

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-194479  
 (43)Date of publication of application : 21.07.1999

(51)Int.Cl.

G03F 1/08  
 H01L 21/027

(21)Application number : 09-360028

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 26.12.1997

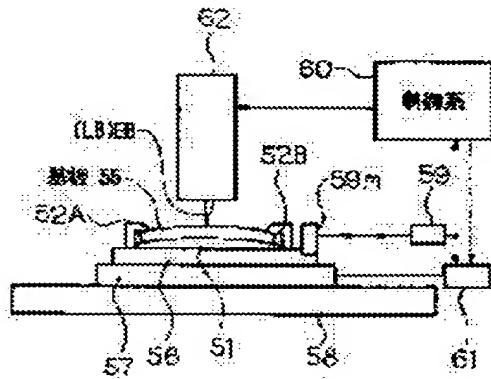
(72)Inventor : SHIRAISHI NAOMASA

## (54) PRODUCTION OF PHOTOMASK AND APPARATUS THEREFOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a process for producing such a photomask which obviates a positional error of the projected image of the pattern of the photomask even when the photomask is deformed by its own weight, etc., at the time of use.

**SOLUTION:** A substrate 55 for the photomask is placed atop a substrate holder 51 having an upwardly projecting surface. This substrate holder 51 is fixed into a susceptor 56 and the surface of this susceptor 56 is provided with fixing pins 52A, 52B for downwardly energizing the parts near the opposite two sides of the substrate 55. After the position of the susceptor 56 is set by an X-Y stage 57, the prescribed original plate pattern is drawn on the substrate 55 by means of a writing system 62. The upward deformation quantity of the pattern surface of the substrate 55 is previously set the same as the downward deformation quantity of the pattern surface of the substrate 55 by its own weight of the photomask at the time of the produced photomask is used.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

[JP,11-194479,A]

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of the photo mask characterized by doubling the deformation condition of said substrate with said deformation condition predicted in case the deformation condition of the substrate of said photo mask at the time of the imprint in said aligner is predicted and the pattern for an imprint is drawn or imprinted on said substrate in the manufacture approach of the photo mask used for the imprint in an aligner.

[Claim 2] The manufacture approach of the photo mask according to claim 1 characterized by sagging said substrate so that the forming face of the pattern for said imprint may turn into a convex.

[Claim 3] Claim 1 characterized by manufacturing the parent mask with which the pattern corresponding to the pattern for said imprint was formed, and carrying out projection exposure of the optical image of the pattern of said parent mask on the substrate of said photo mask, or the manufacture approach of a photo mask given in two.

[Claim 4] Claim 1 characterized by dividing into the pattern of two or more parent masks the pattern to which the pattern for said imprint was expanded, and carrying out the sequential imprint of the cutback image of the pattern of said two or more parent masks on the substrate of said photo mask, performing a screen splice, or the manufacture approach of a photo mask given in two.

[Claim 5] The manufacturing installation of the photo mask characterized by having the photo-mask attachment component which is made to deform the substrate of said photo mask into a predetermined condition, and holds it in the manufacturing installation of the photo mask used for the imprint in an aligner, and the pattern formation system which draws or imprints the pattern for an imprint on said substrate held at this photo-mask attachment component.

[Claim 6] Said photo-mask attachment component is the manufacturing installation of the photo mask according to claim 5 characterized by holding so that the pattern formation side of said substrate may turn into a convex to said pattern formation system.

[Claim 7] Said photo-mask attachment component is the manufacturing installation of the photo mask according to claim 6 with which the field in which said substrate is laid is characterized by having a cylinder side-like mounting member and the energization

member which energizes near [ where said substrate on this mounting member counters ] the two sides to this mounting member side.

---

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

**[Field of the Invention]** In case this invention manufactures micro devices, such as a semiconductor integrated circuit, a liquid crystal display component, or the thin film magnetic head, using a lithography technique, it relates to the manufacture approach of a photo mask and equipment which are used as an original edition pattern.

#### [0002]

**[Description of the Prior Art]** In case devices, such as a semiconductor integrated circuit, are manufactured, the photo mask with which the original edition pattern which expanded the circuit pattern which should be formed to about 4 to 5 times was formed is used, and the imprint method which carries out cutback projection of the pattern of this photo mask on exposed substrates, such as a wafer or a glass plate, through a cutback projection optical system is used. An aligner is used in the case of the imprint of the pattern of such a photo mask, and the photo mask used with the cutback projection mold aligner of a step-and-repeat method is also called reticle.

[0003] Conventionally, such a photo mask was manufactured by using an electron beam exposure system or laser beam drawing equipment on a predetermined substrate, and drawing an original edition pattern. That is, after forming a mask ingredient and applying a resist on the substrate, the original edition pattern is drawn using an electron beam exposure system or laser beam drawing equipment. Then, the original edition pattern was formed with the mask ingredient by developing the resist and performing etching processing etc. in this case, since the pattern which expanded the pattern of a device beta twice is sufficient as the original edition pattern drawn by that photo mask when the cutback scale factor of the aligner of the cutback projection mold which uses that photo mask is made into  $1/\beta$  twice, the drawing error by drawing equipment is reduced about  $1/\beta$  twice on a device. therefore, the pattern of a device can be substantially formed by twice [ about  $1/\beta$  ] as many resolving power as the resolving power by drawing equipment.

[0004] Moreover, in such drawing equipment, in case an original edition pattern is drawn on the substrate for photo masks, it is arranged almost evenly from the relation

on arrangement with the stage device to which the substrate is held and moved, and the drawing system which consists of optical system or an electron optics system, so that the pattern side of the substrate may serve as "facing up."

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Like the above, conventionally, the original edition pattern of a photo mask is drawn by the electron beam exposure system or laser beam drawing equipment, and the pattern side of the substrate for photo masks is arranged upward almost evenly at the time of drawing. On the other hand, from the relation on arrangement with the stage device to which an exposed substrate is held and moved, and a projection optical system, when the manufactured photo mask is used with the aligner which performs exposure to exposed substrates, such as a wafer, it is arranged so that the pattern side of the substrate of a photo mask may serve as "facing down." Moreover, the original edition pattern which should be imprinted is formed in the core of a photo mask, and since this part cannot be held, maintenance of a photo mask is performed in the form supporting the periphery of that substrate. For this reason, as for a photo mask, in the condition of being used with an aligner, it is common to be used, where self-weight deformation is carried out so that it may become a convex in the direction of a pattern side.

[0006] Thus, in the photo mask which carried out self-weight deformation, the pattern side which deformed into the convex in connection with deformation will deform in the direction in which the location of elongation and an original edition pattern is expanded slightly. As above-mentioned, on the other hand, with the drawing equipment of the conventional photo mask Since having been arranged evenly was common so that the pattern side of the substrate at the time of drawing of an original edition pattern might turn to the upper part The self-weight deformation at the time of drawing had the inconvenience that the location precision of the projection image of an original edition pattern will fall, when the self-weight deformation at the time of an activity (pattern facing down) became large and used a photo mask actually in connection with it to there being nothing not much. Although it is mostly settled in tolerance in the actual condition, it has a possibility that the location precision may stop settling in tolerance as the degree of integration of the pattern to be imprinted from now on and whenever [ the amount's of such a location precision of lowering / detailed ], improve further.

[0007] Moreover, although manufacturing the original edition pattern of a photo mask by imprinting a predetermined pattern using a projection aligner is also considered, when the pattern side of the substrate of that photo mask is evenly held upward in a projection aligner also in this case, there is a possibility that the position error of a

projection image etc. may arise, at the time of a actual activity. In case this invention uses a photo mask in view of this point, even if it is the case where self-weight deformation etc. arises, it aims at offering the manufacture approach of a photo mask that the location precision of the projection image of the photo mask is maintainable good.

[0008] Moreover, this invention aims also at offering the manufacturing installation which can enforce the manufacture approach of such a photo mask.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The manufacture approach of the photo mask by this invention predicts the deformation condition of the substrate (4) of the photo mask at the time of the imprint in the aligner, and in case it draws or imprints the pattern for an imprint on the substrate (4), it doubles the deformation condition of the substrate with the deformation condition predicted in the manufacture approach of the photo mask (34) used for the imprint in an aligner.

[0010] According to this this invention, since the deformation of the substrate at the time of drawing of a up to [ the substrate for the photo masks at the time of manufacturing a photo mask ] or projection has agreed with deformation, such as self-weight deformation of the substrate when exposing using the photo mask, even if it deforms the substrate at the time of the activity of the photo mask, it does not have lowering of the location precision of a projection image.

[0011] In this case, it is desirable to sag that substrate (4) so that the forming face of the pattern for that imprint may turn into a convex. When using a photo mask with the usual aligner, the substrate of the photo mask is supported so that the pattern side may turn into a convex, in order to carry out self-weight deformation downward. Therefore, the location precision of the projection image at the time of using the photo mask becomes small.

[0012] Moreover, the parent mask with which the pattern corresponding to the pattern for the imprint (27) was formed is manufactured, and it may be made to carry out projection exposure of the optical image of the pattern of the parent mask on the substrate (4) of the photo mask. Even when carrying out projection exposure of the optical image, the location precision at the time of an activity improves by doubling the deformation condition of the substrate (4) at the time of an activity.

[0013] Moreover, the pattern (36) to which the pattern for the imprint (27) was expanded is divided into the pattern of two or more parent masks (R1-RN), and it is desirable to carry out the sequential imprint of the cutback image of the pattern of the two or more parent masks on the substrate (4) of the photo mask, performing a screen

splice. In this case, as an example, the thin film of a mask ingredient is formed on the substrate (4) of that photo mask, and sensitive material, such as a photoresist, is applied on this. Then, on the sensitive material, it is optical, and after the cutback image of the pattern of two or more parent masks is imprinted using the aligner of a cutback projection mold by step-and-repeat method or step-and-scanning method, development of the sensitive material is performed, for example. And the pattern for a desired imprint (original edition pattern) is formed by performing etching etc. by using the pattern of the left-behind sensitive material as a mask.

[0014] under the present circumstances, if it is alike and the cutback scale factor of an aligner optical [for that photo-mask manufacture] is made into  $1/\alpha$  twice ( $\alpha$  is a larger integer than 1, a half-integer, etc.), it will be expanded  $\alpha$  twice, the pattern (27), i.e., the original edition pattern, for that imprint, and this expanded parent pattern (36) will be divided into the pattern of the parent mask of  $\alpha \times \alpha$  \*\* in all directions. If it is  $1/5$  time ( $\alpha = 5$ ) the cutback scale factor of this, 25 parent masks will be prepared by 5x5 times. since [consequently,] the pattern formed in each parent mask turns into some parent patterns which expanded the original edition pattern  $\alpha$  twice -- 1 of the former [amount of data / of the pattern of each parent mask / drawing] /  $\alpha$  2 Decreasing to extent, minimum line width becomes twice [alpha] over the past. Therefore, the pattern of each parent mask can be drawn to high degree of accuracy by few drifts in a short time, for example using a conventional electron beam exposure system or laser beam drawing equipment, respectively. Moreover, in order that the drawing error by drawing equipment may decrease to  $1/\alpha$  on the photo mask, the precision of an original edition pattern improves more. Furthermore, since the pattern of those parent masks can be imprinted at a high speed on the substrate of the photo mask by a step-and-repeat method etc. once manufacturing those parent masks, the production time in the case of manufacturing two or more sheets of especially the photo mask can be separately shortened substantially compared with the method which draws with drawing equipment like before.

[0015] Moreover, in case the sequential imprint of the cutback image of the pattern of two or more parent masks (R1-RN) is carried out on the front face of the substrate (4), it is desirable to amend the image formation properties (an imprint location, a scale factor, distortion, etc.) of the cutback image of the pattern of the parent mask (R1-RN) at least according to one side of the nonrotation symmetry aberration of the projection optical system (42) of a projection aligner and the distortion property which use the photo mask, respectively.

[0016] thus, when the amount of fluctuation of the predetermined image formation

property of the aligner which uses the photo mask is known beforehand. In case the pattern image of each parent mask is imprinted performing a screen splice on the substrate of the photo mask, so that the amount of fluctuation of the image formation property may be offset by the imprint location of the pattern image of each parent mask, the scale factor, and adjusting distortion etc. further Distortion of the device pattern eventually exposed using the photo mask etc. becomes small, and superposition precision etc. improves.

[0017] About this, several many sheets of the photo mask may be manufactured, and these photo masks may be used by two or more sets of projection aligners by a mix and match method etc. In this case, it is desirable to adjust an imprint location, the characteristic of image, etc. at the time of connecting and imprinting the pattern of each parent mask according to average properties, such as the distortion property of the projection image of at least two sets of the projection aligners which are due to use those photoresists, so that a good superposition precision may be acquired with each projection aligner.

[0018] Next, as for the photo mask, being further used by cutback projection is desirable. the photo mask as what is used by cutback projection of for example,  $1/\beta$  twice ( $\beta$  is a larger integer than 1 or a half-integer) in the cutback scale factor of the aligner for manufacturing the photo mask, supposing it is  $1/\alpha$  twice ( $\alpha$  is a larger integer than 1 or a half-integer like  $\beta$ ), the drawing error of the pattern of each parent mask will be reduced  $1/(2\alpha\beta)$  twice on the device pattern exposed eventually. Therefore, also when setting minimum line width of a device pattern to current one half temporarily, an electron beam exposure system or laser beam drawing equipment is used, and the pattern of each parent mask can be easily drawn in a required precision in a short time. Therefore, even if a pattern rule makes it detailed further, a desired device pattern can be exposed in a required precision.

[0019] Next, the manufacturing installation of the photo mask by this invention In the manufacturing installation of the photo mask (34) used for the imprint in an aligner The photo-mask attachment component which is made to deform the substrate (4) of the photo mask into a predetermined condition, and holds it (51, 52A, 52B), It has the pattern formation system (1, 2, 3; 62) which draws or imprints the pattern for an imprint on the substrate (4) held at this photo-mask attachment component. By using the manufacturing installation of this photo mask, the manufacture approach of the photo mask of this invention can be enforced.

[0020] In this case, that photo-mask attachment component has desirable \*\* held so that the pattern formation side of that substrate (4) may turn into a convex to that

pattern formation system. It can respond to the anticipated-use condition of a photo mask now. Moreover, as for that photo-mask attachment component, the field in which that substrate (4) is laid has as an example a cylinder side-like mounting member (51) and the energization member (52A, 52B) which energizes near [ where that substrate on this mounting member (4) counters ] the two sides to this mounting member side. By this, the pattern formation side of the substrate can be held in a convex.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to a drawing, it explains per example of the gestalt of operation of this invention. Drawing 1 is drawing showing the production process of the photo mask of this example, and the photo mask made applicable to manufacture by this example is the working reticle 34 used in case a semiconductor device is manufactured actually in drawing 1. the whole surface of the substrate of light transmission nature with which this working reticle 34 consists of quartz glass etc. -- chromium (Cr) and silicification -- the original edition pattern 27 for an imprint is formed from molybdenum (MoSi<sub>2</sub> etc.) or other mask ingredients. Moreover, two alignment marks 24A and 24B are formed so that the original edition pattern 27 may be inserted.

[0022] furthermore, the working reticle 34 is used through the projection optical system of an optical projection aligner by cutback projection of 1 / beta twice (beta is a larger integer than 1 or a half-integer, and is 4, 5, or 6 grades as an example). that is, in drawing 1 , after exposing to each shot field 48 on the wafer W with which cutback image 27W 1 / twice [ beta ] as many as the original edition pattern 27 of the working reticle 34 were applied to the photoresist, the predetermined circuit pattern 35 is formed in each of that shot field 48 by performing development, etching, etc. Moreover, in this example, image formation properties, such as nonrotation symmetry aberration of the projection image of that projection aligner and a distortion property, are measured beforehand, and this measurement result is used at the time of manufacture of that working reticle 34. Furthermore, in this example, the forecast of the deformation by the self-weight of the working reticle 34 at the time of laying the working reticle 34 in the projection aligner is calculated, and like the after-mentioned, at the time of manufacture of the working reticle 34, the substrate for the working reticle 34 deforms into same extent as the forecast, and is laid. Hereafter, it explains per example of the manufacture approach of the working reticle 34 as a photo mask of this example.

[0023] In drawing 1 , the circuit pattern 35 of a certain layer of the semiconductor device manufactured eventually first is designed. The circuit pattern 35 forms line [ of the versatility / width of face / of the side which intersects perpendicularly / in the field of

the rectangle of  $dX$  and  $dY$ ] -, - tooth-space pattern, etc. this example -- the circuit pattern 35 -- beta twice -- the original edition pattern 27 with which it carries out and the width of face of the side which intersects perpendicularly consists of a field of the rectangle of  $\beta \cdot dX$  and  $\beta \cdot dY$  is created on the image data of a computer. beta twice are the inverse number of the cutback scale factor (1/beta) of the projection aligner with which the working reticle 34 is used. In addition, when reversal projection is carried out, it is reversed and has expanded.

[0024] It carries out, next, the original edition pattern 27 -- alpha twice (alpha is a larger integer than 1 or a half-integer, and is 4, 5, or 6 grades as an example) -- The parent pattern 36 which consists of a field of the rectangle of  $\alpha \cdot \beta \cdot dX$  and  $\alpha \cdot \beta \cdot dY$  is created on image data, and the width of face of the side which intersects perpendicularly divides the parent pattern 36 into alpha individual in all directions, respectively, and creates the parent patterns P1, P2, P3, --, PN (N=alpha 2) of an alphaxalpha individual on image data. The case of alpha= 5 is shown by drawing 1. In addition, the need of making the scale factor alpha from the original edition pattern 27 to the parent pattern 36 not necessarily agreeing does not have the number of partitions alpha of this parent pattern 36. Then, from those parent patterns Pi (i= 1 - N), the drawing data for electron beam exposure systems (or laser beam drawing equipment etc. can be used) are generated, respectively, and the parent pattern Pi is imprinted on the master reticle Ri as a parent mask by actual size, respectively.

[0025] the time of manufacturing the master reticle R1 of the 1st sheet -- the substrate top of light transmission nature, such as quartz glass, -- chromium or silicification -- after forming the thin film of mask ingredients, such as molybdenum, and applying an electron beam resist on this, the actual size image of the 1st parent pattern P1 is drawn on that electron beam resist using an electron beam exposure system. Then, after developing an electron beam resist, the parent pattern P1 is formed in the pattern space 20 on the master reticle R1 by performing etching, resist exfoliation, etc. In this case, on the master reticle R1, the alignment marks 21A and 21B which consist of two two-dimensional marks by position relation to the parent pattern P1 are formed. Similarly, an electron beam exposure system etc. is used for other master reticles Ri, and the parent pattern Pi and the alignment marks 21A and 21B are formed in them, respectively. It is used for the alignment at the time of these alignment marks 21A and 21B performing a screen splice behind.

[0026] thus, the case where the amount of each drawing data carries out direct writing of the original edition pattern 27 in this example since each parent pattern Pi which draws with an electron beam exposure system (or laser beam drawing equipment) is a

pattern which expanded the original edition pattern 27 alpha twice -- comparing -- 1/alpha 2 It is decreasing to extent. since [ furthermore, ] it is twice [ alpha ] (for example, 5 times or 4 times) the minimum line width of the parent pattern Pi of this compared with the minimum line width of the original edition pattern 27 -- the electron beam resist of the former [ pattern / Pi / each / parent ] respectively -- using -- an electron beam exposure system -- a short time -- and it can draw to high degree of accuracy. Moreover, since the rest can manufacture the working reticle 34 of required number of sheets by repeating and using them like the after-mentioned once it manufactures the master reticles R1-RN of N sheets, the time amount for manufacturing the master reticles R1-RN is not a big burden.

[0027] that is, the working reticle 34 is manufactured by imprinting the twice [ 1/alpha ] as many cutback image PIi (i= 1 - N) as the parent pattern Pi of the master reticle Ri of these N sheets, performing a screen splice, respectively. In addition, in order to reduce the drawing error in an electron beam exposure system etc. according to the equalization effectiveness, the parent pattern which divided the parent pattern 36 of drawing 1 is drawn to 2 sets of master reticles of two or more sheets, and you may make it expose the cutback image of the pattern of these 2 sets of master reticle groups in piles on the substrate 4 for working reticle 34.

[0028] Drawing 2 shows the optical cutback projection mold aligner used in case that working reticle 34 is manufactured, and the exposure light IL is irradiated in this drawing 2 by the reticle on a reticle stage 2 from the illumination-light study system 1 which consists of a fly eye lens, an illumination system aperture diaphragm, a reticle blind (adjustable field diaphragm), a condensing lens system, etc. for the exposure light source and illuminance distribution equalization at the time of exposure. On the reticle stage 2 of this example, the i-th master reticle (i= 1 - N) Ri is laid. In addition, as an exposure light, the excimer laser (wavelength of 157nm) light of the bright lines, such as i line (wavelength of 365nm) of a mercury lamp, KrF (wavelength of 248nm) and ArF (wavelength of 193nm), F2, etc. can be used.

[0029] Through a projection optical system 3, the image of the pattern in the lighting field of the master reticle Ri is cutback scale-factor 1/alpha (alpha is 5 or 4 grades), and is projected on the front face of the substrate 4 for working reticle 34. the substrate of light transmission nature [ like quartz glass ] whose substrate 4 is -- it is -- the pattern space 25 (refer to drawing 4 ) of that front face -- chromium or silicification -- the thin film of mask ingredients, such as molybdenum, is formed and the alignment marks 24A and 24B which consist of two two-dimensional marks for alignment so that this pattern space 25 may be inserted are formed. Moreover, the photoresist is applied so that a

mask ingredient may be covered on the front face of a substrate 4. Hereafter, the Z-axis is taken to the optical axis AX of a projection optical system 3 at parallel, in a flat surface vertical to the Z-axis, at right angles to the space of drawing 2, a Y-axis is taken in the space of drawing 2, and the X-axis is explained to parallel at it.

[0030] First, a reticle stage 2 positions the master reticle  $R_i$  on this in XY flat surface. The location of a reticle stage 2 is measured by the non-illustrated laser interferometer, and actuation of a reticle stage 2 is controlled by this measurement value and control information from the main control system 9. On the other hand, a substrate 4 is held by vacuum adsorption on a non-illustrated substrate holder, this substrate holder is fixed on the sample base 5, and the sample base 5 is being fixed on X-Y stage 6. The sample base 5 doubles the front face of a substrate 4 with the image surface of a projection optical system 3 by controlling the focal location (location of the optical-axis AX direction) of a substrate 4, and a tilt angle by the autofocus method. Moreover, X-Y stage 6 positions the sample base 5 (substrate 4) in the direction of X, and the direction of Y with a linear motor system on the base 7.

[0031] By 8m of migration mirrors fixed to the upper part of the sample base 5, and the laser interferometer 8 countered and arranged, the X coordinate of the sample base 5, a Y coordinate, and an angle of rotation are measured, and this measurement value is supplied to the stage control system 10 and the main control system 9. 8m of migration mirrors names generically migration mirror 8mX of the X-axis, and migration mirror 8mY of a Y-axis, as shown in drawing 3. A stage control system 10 controls actuation of the linear motor of X-Y stage 6 etc. based on the measurement value and the control information from the main control system 9.

[0032] Moreover, in this example, the ledged reticle library 16 is arranged in the side of a reticle stage 2, and the master reticles  $R_1, R_2, \dots, R_N$  are laid on the support plate 17 of N individual by which the sequential array was carried out into the reticle library 16 at the Z direction. Such master reticles  $R_1-R_N$  are the reticles (parent mask) in which the parent patterns  $P_1-P_N$  which divided the parent pattern 36 of drawing 1, respectively were formed. The reticle library 16 is supported free [migration to a Z direction] by slide equipment 18, and the reticle loader 19 equipped with the arm which can rotate freely between a reticle stage 2 and the reticle library 16, and can move to it in the predetermined range at a Z direction is arranged. After the main control system 9 adjusts the location of the Z direction of the reticle library 16 through slide equipment 18, actuation of a reticle loader 19 is controlled, and it is constituted so that the desired master reticles  $R_1-R_N$  can be delivered between the support plate 17 of the request in the reticle library 16, and a reticle stage 2. In drawing 2, the  $i$ -th master reticle  $R_i$  in

the reticle library 16 is laid on the reticle stage 2.

[0033] Moreover, the stores 11, such as a magnetic disk drive, are connected to the main control system 9, and the exposure data file is stored in the store 11. The data of the image formation property of the projection image (projection optical system) of the projection aligner which uses the working reticle manufactured by the physical relationship, the mutual alignment information, and this mutual example of the master reticles R1-RN etc. are recorded on the exposure data file.

[0034] Here, with reference to drawing 5, it explains to a detail per maintenance approach of the substrate 4 on the sample base 5. Drawing 5 (B) shows the configuration of the attachment component on the sample base 5 of drawing 2, in this drawing 5 (B), the substrate holder 51 with which the top face was made into the convex of the shape of a cylindrical side face is fixed on the sample base 5, and the substrate 4 is laid on that convex. Moreover, lock-pins 52A and 52B are formed on the sample base 5 so that the fields E1 and E2 near [ which sandwiches the pattern space 25 of the pattern side (here top face) of a substrate 4 in the direction of X ] the two sides may be energized to the substrate holder 51 side. By this, the pattern space 25 of the substrate 4 for working reticle 34 is deforming into "it is convex."

[0035] That is, as shown in drawing 5 (A) which is the top view of drawing 5 (B), in the field 53 near [ parallel to the Y-axis between 1 set of sides where the direction of X of the substrate 4 which is a rectangular plate counters ] the center line, as for a substrate 4, the pattern side is pushed on the upper part from a base side, and the pattern side is forced on the base side from the upper part in the fields E1 and E2 near the two sides of ends distant from the field 53. Thus, with reference to drawing 6 - drawing 8, it explains per [ holding a substrate 4 ] advantage.

[0036] The working reticle 34 which forms an original edition pattern on a substrate 4, and is manufactured by this example is laid on the reticle stage 49 of the projection aligner of drawing 6, and the cutback image by the projection optical system 42 of the original edition pattern 27 of the working reticle 34 is projected on Wafer W. In this case, as for the working reticle 34, the field near the two sides of the direction of X is held by vacuum adsorption on the reticle stage 49. Therefore, as shown in drawing 7, the pattern side (underside) in which the original edition pattern 27 of the substrate 4 of the working reticle 34 is formed is deforming into the bottom (projection optical system 42 side) with the self-weight of a substrate 4 at the convex. By this, the original edition pattern 27 is deforming so that it may elongate.

[0037] That is, predetermined pattern 54A shall exist in the location of distance x1 from a core in the condition that there is no deformation in the working reticle 34 (substrate

4) as shown in drawing 8 (A). As shown in drawing 8 (B), supposing that pattern side deforms into "it is convex" according to self-weight deformation of the working reticle 34 at this time, tension works in respect of the pattern of the working reticle 34, in respect of elongation, it, and objection of the distance between each part in the original edition pattern 27 (top face), a pressure will be added and the distance for two points will be shrunken. And it is on longitudinal-plane-of-symmetry 4C of the thickness direction of the substrate 4 of the working reticle 34 that these amounts of telescopic motion balance.

[0038] Therefore, the location of the above-mentioned predetermined pattern 54A will transform only delta x in the direction which separates from a core, it will move to location 54B, and the distance from a core will spread in x2. The amount delta x of displacement will become the position error of the cutback image in the case of using the working reticle 34 as it is. however, in this example, since the deformation same to the substrate 4 as the time of an activity is given also at the time of the exposure to the substrate 4 for the working reticle 34 as shown in drawing 5, the physical relationship of a pattern with the time of manufacture and an activity is maintained -- having -- the time of an activity (at the time of the imprint to a wafer) -- the location of a pattern -- a variation rate does not pose a problem

[0039] And after exposure of the cutback image of the 1st master reticle R1 to the 1st shot field on a substrate 4 is completed to drawing 2 at the time of the exposure to the substrate 4 of the example of return and a book, the next shot field on a substrate 4 moves to the exposure field of a projection optical system 3 by step migration of X-Y stage 6. In parallel to this, the master reticle R1 on a reticle stage 2 is returned to the reticle library 16 through a reticle loader 19, and the master reticle R2 for [ of a degree ] an imprint is laid on a reticle stage 2 through a reticle loader 19 from the reticle library 16. And after alignment is performed, projection exposure of the cutback image of the master reticle R2 is carried out to the shot field concerned on a substrate 4 through a projection optical system 3, and exposure of the cutback image of the master reticles R2-RN which carries out a sequential response to the remaining shot fields on a substrate 4 by the step-and-repeat method below is performed.

[0040] In addition, although the projection aligner of drawing 2 is an one-shot exposure mold instead, the cutback projection mold aligner of a scan exposure mold like step-and-scanning method may be used. In a scan exposure mold, the synchronous scan of master reticle and the substrate 4 is carried out by the cutback scale-factor ratio to a projection optical system 3 at the time of exposure. By using the aligner of a scan exposure mold, errors (skew error etc.) with difficult amendment may also be able to be

amended in an one-shot exposure mold like the after-mentioned.

[0041] Now, in case the cutback image of the master reticles R1-RN is exposed on a substrate 4 in this way, it is necessary to carry out the screen splice between adjoining cutback images (connecting) to high degree of accuracy. For that, it is necessary to carry out alignment of each master reticle  $R_i$  ( $i = 1 \dots N$ ) and the shot field (referred to as  $S_i$ ) where it corresponds on a substrate 4 to high degree of accuracy. The projection aligner of this example is equipped with reticle and the alignment device for substrates for this alignment.

[0042] Drawing 3 shows the alignment device of the reticle of this example, the reference mark member 12 of light transmission nature is fixed near the substrate 4 on the sample base 5 in this drawing 3, and one pair of reference marks 13A and 13B of a cross-joint mold are formed at intervals of predetermined in the direction of X on the reference mark member 12. Moreover, the illumination system which illuminates reference marks 13A and 13B is installed in the projection optical system 3 side by the pars basilaris ossis occipitalis of reference marks 13A and 13B by the illumination light which branched from the exposure light IL. At the time of the alignment of the master reticle  $R_i$ , by driving X-Y stage 6 of drawing 2, as shown in drawing 3, reference marks 13A and 13B are positioned so that the core of the reference marks 13A and 13B on the reference mark member 12 may agree in the optical axis AX of a projection optical system 13 mostly.

[0043] Moreover, two alignment marks 21A and 21B of a cross-joint mold are formed as an example so that the pattern space 20 of the pattern side (underside) of the master reticle  $R_i$  may be inserted in the direction of X. It is in the condition of spacing of reference marks 13A and 13B being set up almost equally to spacing of the cutback image by the projection optical system 3 of the alignment marks 21A and 21B, and having made the core of reference marks 13A and 13B agreeing in an optical axis AX mostly as mentioned above. By illuminating by the illumination light of the same wavelength as the exposure light IL from the base side of the reference mark member 12, the amplification image by the projection optical system 3 of reference marks 13A and 13B is formed near the alignment marks 21A and 21B of the master reticle  $R_i$ , respectively.

[0044] The mirrors 22A and 22B for reflecting the illumination light from a projection optical system 3 side in the \*\*X direction above these alignment marks 21A and 21B are arranged, and it has the alignment sensors 14A and 14B of an image-processing method by the TTR (through THE reticle) method so that the illumination light reflected by Mirrors 22A and 22B may be received. The alignment sensors 14A and 14B are

equipped with an image formation system and two-dimensional image sensors, such as a CCD camera, respectively, the image sensor picturizes the image of the alignment marks 21A and 21B and the corresponding reference marks 13A and 13B, and the image pick-up signal is supplied to the alignment signal-processing system 15 of drawing 2.

[0045] The alignment signal-processing system 15 carries out the image processing of the image pick-up signal, calculates the amount of location gaps to the direction of X of the alignment marks 21A and 21B to the image of reference marks 13A and 13B, and the direction of Y, and supplies these 2 sets of amounts of location gaps to the main control system 9. The main control system 37 positions a reticle stage 2 so that 2 sets of the amounts of location gaps may fall within a predetermined range mutually symmetrically and, respectively. The parent pattern  $P_i$  (refer to drawing 1) in the pattern space 20 of the alignment marks 21A and 21B, as a result the master reticle  $R_i$  is positioned to reference marks 13A and 13B by this.

[0046] In other words, the core (exposure core) of the cutback image by the projection optical system 3 of the parent pattern  $P_i$  of the master reticle  $R_i$  is positioned substantially at the core (almost optical axis AX) of reference marks 13A and 13B, and the side where the profile (profile of a pattern space 20) of the parent pattern  $P_i$  intersects perpendicularly is set as the X-axis and a Y-axis by parallel, respectively. In this condition, the main control system 9 of drawing 2 is memorizing the coordinate (XF0 and YF0) of the direction of X of the sample base 5 measured by the laser interferometer 8, and the direction of Y, and the alignment of the master reticle  $R_i$  ends it. After this, focusing on exposure of the parent pattern  $P_i$ , the point of the arbitration on the sample base 5 is movable.

[0047] Moreover, in drawing 2, in order to carry out location detection of the mark on a substrate 4 to the side face of a projection optical system PL, it also has the alignment sensor 23 of an image-processing method by the off-axis method. The alignment sensor 23 illuminates a \*\*-ed mark by the illumination light of a broadband with nonphotosensitivity to a photoresist, picturizes the image of a \*\*-ed mark with two-dimensional image sensors, such as a CCD camera, and supplies an image pick-up signal to the alignment signal-processing system 15. In addition, spacing (the amount of base lines) of the detection core of the alignment sensor 23 and the core (exposure core) of the projection image of the pattern of the master reticle  $R_i$  is beforehand called for using the predetermined reference mark on the reference mark member 12, and is memorized in the main control system 9.

[0048] As shown in drawing 3, two alignment marks 24A and 24B of a cross-joint mold are formed in the edge of the direction of X on a substrate 4. And after the alignment of

the master reticle  $R_i$  is completed, by driving X-Y stage 6, the reference marks 13A and 13B of drawing 3 and the alignment marks 24A and 24B on a substrate 4 are moved to the detection field of the alignment sensor 23 of drawing 2 one by one, and the amount of location gaps to the detection core of the alignment sensor 23 of reference marks 13A and 13B and the alignment marks 24A and 24B is measured, respectively. These measurement results are supplied to the main control system 9, and these measurement results are used. The main control system 9 The coordinate of the sample base 5 in case the core of reference marks 13A and 13B agrees focusing on detection of the alignment sensor 23 ( $X_{P0}$  and  $Y_{P0}$ ), And the coordinate ( $X_{P1}$ ,  $Y_{P1}$ ) of the sample base 5 in case the core of the alignment marks 24A and 24B agrees focusing on detection of the alignment sensor 23 is searched for. The alignment of a substrate 4 is completed by this.

[0049] Consequently, spacing of the direction of X of the core of reference marks 13A and 13B and the core of the alignment marks 24A and 24B and the direction of Y serves as ( $X_{P0}$ - $X_{P1}$  and  $Y_{P0}$ - $Y_{P1}$ ). To the coordinate ( $X_{F0}$  and  $Y_{F0}$ ) of the sample base 5 at the time of the alignment of the master reticle  $R_i$  then, by driving X-Y stage 6 of drawing 2 by the spacing ( $X_{P0}$ - $X_{P1}$  and  $Y_{P0}$ - $Y_{P1}$ ) The core (core of a substrate 4) of the alignment marks 24A and 24B of a substrate 4 can be made to agree in high degree of accuracy at the core (exposure core) of the projection image of the alignment marks 21A and 21B of the master reticle  $R_i$ , as shown in drawing 4 . The cutback image  $PI_i$  of the parent pattern  $P_i$  of the master reticle  $R_i$  can be exposed in a desired location to the core on a substrate 4 by driving X-Y stage 6 of drawing 2 , and moving in the direction of X, and the direction of Y from this condition, in the sample base 5.

[0050] That is, drawing 4 shows the condition of carrying out the cutback imprint of the parent pattern  $P_i$  of the  $i$ -th master reticle  $R_i$  on a substrate 4 through a projection optical system 3, and the pattern space 25 of the rectangle surrounded in the side parallel to the X-axis and a Y-axis centering on the core of the alignment marks 24A and 24B of the front face of a substrate 4 is virtually set up within the main control system 9 in this drawing 4 . the magnitude of a pattern space 25 is the magnitude which reduced the parent pattern 36 of drawing 1  $1/\alpha$  twice, a pattern space 25 is uniformly divided into  $\alpha$  individual in the direction of X, and the direction of Y, respectively, and the shot fields  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_N$  ( $N=\alpha^2$ ) are set up virtually. The location of the shot field  $S_i$  ( $i=1 \dots N$ ) is set as the location of the cutback image  $PI_i$  of the  $i$ -th parent pattern  $P_i$  at the time of carrying out cutback projection of the parent pattern 36 of drawing 1 through the projection optical system 3 of drawing 4 temporarily.

[0051] And when the image formation property of the projection image of the projection

aligner which uses the working reticle 34 of this example is ideal, the main control system 9 is doubled in drawing 4 by driving X-Y stage 6 of drawing 2 focusing on exposure of the cutback image PIi of the parent pattern Pi of the master reticle Ri currently asked for the core of the i-th shot field Si on a substrate 4 by the above-mentioned alignment. Then, the main control system 9 makes luminescence of the exposure light source in the illumination-light study system 1 of drawing 2 start, and exposes the cutback image of the parent pattern Pi to the shot field Si on a substrate 4. In drawing 4, the cutback image of the parent pattern already exposed within the pattern space 25 of a substrate 4 is shown by the continuous line, and the unexposed cutback image is shown by the dotted line.

[0052] Thus, it means that the cutback image of each parent patterns P1-PN was exposed by exposing the cutback image of the parent patterns P1-PN of the master reticles R1-RN of N individual of drawing 2 to the shot fields S1-SN to which it corresponds on a substrate 4 one by one, performing the cutback image and screen splice of a parent pattern which adjoin, respectively. the projection image 26 which reduced the parent pattern 36 of drawing 1 by  $1/\alpha$  twice on the substrate 4 is exposed by this. Then, by developing the photoresist on a substrate 4 and performing etching, exfoliation of a resist pattern which remains, the projection image 26 on a substrate 4 serves as the original edition pattern 27 as shown in drawing 7, and the working reticle 34 completes it.

[0053] By the way, on the occasion of exposure of one substrate 4, it is not concerned with exchange of the master reticle Ri, but the substrate 4 is \*\*\*\*(ed) on the sample base 5, and the location is measured by accuracy with the laser interferometer 8. Therefore, since the physical relationship of reference marks 13A and 13B and a substrate 4 does not change during exposure of one substrate 4, it is not necessary to necessarily detect the location of the alignment marks 24A and 24B on a substrate 4 for every master reticle Ri of one sheet that what is necessary is just to carry out alignment of the master reticle Ri to reference marks 13A and 13B at the time of exchange of the master reticle Ri. Also in this case, the parent pattern Pi on each master reticle Ri maintains exact physical relationship mutually, and is exposed by the alignment of each and reference marks 13A and 13B, and the position control of X-Y stage 6 by the stage control system 10 by which the monitor was carried out with the laser interferometer 8. Therefore, it cannot be overemphasized that it becomes highly precise [ the splice precision between each of that pattern ].

[0054] In addition, it is not necessary to necessarily form the alignment marks 24A and 24B beforehand on a substrate 4. in this case, in case the parent pattern of the master

reticle  $R_i$  is connected on a substrate 4 as mentioned above and a cutback imprint is carried out. The cutback imprint also of the predetermined mark on each master reticle  $R_i$  (for example, alignment marks 21A and 21B) is carried out. In case the cutback image of the parent pattern of adjoining master reticle is imprinted, the location of the latent image of that mark is detected, and it may be made to amend the imprint location of the cutback image of the parent pattern of that adjoining master reticle from this detection result.

[0055] Moreover, when for example, the high density pattern and the isolated pattern are formed in the original edition pattern 27 of drawing 1, only a high density pattern may be formed in the master reticle  $R_a$  of one sheet in the master reticle  $R_1 - R_N$ , and only an isolated pattern may be formed in another master reticle  $R_b$  of one sheet. Since exposure conditions, such as best lighting conditions, image formation conditions, etc., differ by the high density pattern and the isolated pattern at this time, you may make it optimize exposure conditions, i.e., the configuration of the aperture diaphragm in the illumination-light study system 1 and magnitude, a coherence factor (sigma value), the numerical aperture of a projection optical system 3, etc. according to that parent pattern  $P_i$  for every exposure of the master reticle  $R_i$ . Moreover, in order to optimize the exposure condition, it may insert [ light filter / (the so-called pupil filter) / predetermined ] near the pupil surface of a projection optical system 3, or the so-called progressive focal method (FREX law) which vibrates relatively the image surface of a projection optical system 3 and the front face of a substrate 4 by predetermined within the limits may be used together.

[0056] For example, when a parent mask pattern is a high density pattern (periodic pattern), deformation illumination is adopted, and a light source configuration is specified to two or more partial fields to which only the equal distance separated from the optical axis of the shape of zona orbicularis, and an illumination-light study system mostly. Moreover, when a parent mask pattern contains only isolated patterns, such as a contact hole, while exposing the mask substrate by the pattern, it is good to adopt the so-called progressive focal method which moves the mask substrate in the direction in alignment with the optical axis of exposure optical system.

[0057] Moreover, the sigma value of an illumination-light study system may be set about to 0.1 to 0.4 by using a part of master reticle  $R_i$  for example, as a phase shift mask, and the above-mentioned progressive focal method may be adopted. Moreover, a photo mask may not be restricted to the mask which consists only of protection-from-light layers, such as chromium, and may be phase shift masks, such as a spatial-frequency modulation mold (Shibuya-Levenson mold), an edge enhancement mold, and a halftone

mold. Especially, in the spatial-frequency modulation mold or the edge enhancement mold, in order to lay on top of the protection-from-light pattern on a mask substrate and to carry out patterning of the phase shifter, the parent mask for the location shifters will be prepared separately.

[0058] Next, the case where the image formation property of the projection image of the projection aligner which uses the working reticle 34 has separated from the ideal condition is explained. Supposing the projection aligner shown in drawing 6 which uses the working reticle 34 is an one-shot exposure mold, also when the nonrotation symmetry aberration of a certain extent or distortion remains, in the image formation property of the projection optical system 42, it is possible. In such a case, while amending the scale factor of a projection optical system 3 so that it not only shifts an exposure location, but a corresponding scale-factor error may be offset in case the image of the master reticle  $R_i$  is exposed to the shot field  $S_i$  on drawing 4 using the projection aligner of drawing 4, the distortion property of a projection optical system 3 is also amended so that a partial corresponding distortion may be offset as much as possible. The distortion of the projection aligner which uses the working reticle 34 is offset by this, and superposition precision improves by it.

[0059] Next, supposing the projection aligner of drawing 7 is a scan exposure mold like step - and - scanning method, in the image formation property of the projection image, the so-called skew error from which an ideal image turns into a parallelogram-like projection image may remain. In this case, the projection aligner which manufactures the working reticle 34 should just also give distortion which offsets that skew error as step - and a - scanning method.

[0060] Next, it explains per example of actuation in the case of exposing using the working reticle 34 of drawing 1 manufactured as mentioned above. Drawing 6 shows the important section of the cutback projection mold aligner equipped with that working reticle 34, and Wafer W is arranged in this drawing 6 on the underside of the working reticle 34 held on the reticle stage 49 through the projection optical system 42 of cutback scale factor 1 / beta (beta is 5 or 4 grades). A photoresist is applied to the front face of Wafer W, and the front face is held so that it may agree in the image surface of a projection optical system 42. Wafer W is held on the sample base 43 through a non-illustrated wafer holder, and the sample base 43 is being fixed on X-Y stage 44. Based on the coordinate measured by migration mirror 45mX, 45mY, and the corresponding laser interferometer on the sample base 43, positioning of Wafer W is performed by driving X-Y stage 44.

[0061] Moreover, the reference mark member 46 by which reference marks 47A and 47B

were formed on the sample base 43 is fixed, and the alignment sensors 41A and 41B for the alignment of reticle are arranged above the alignment marks 24A and 24B formed so that the pattern space 25 of the working reticle 34 might be inserted in the direction of X. Also in this case, alignment of the working reticle 34 is performed to the sample base 43 using reference marks 47A and 47B, the alignment marks 24A and 24B, and the alignment sensors 41A and 41B. Then, when performing superposition exposure, alignment of each shot field 48 on Wafer W is performed using the alignment sensor for non-illustrated wafers. And after positioning the shot field 48 for [ on Wafer W ] exposure in a sequential exposure location, image 27W which reduced the original edition pattern 27 in a pattern space 25 for 1/ of cutback scale factors beta are exposed by the shot field 48 to the pattern space 25 of the working reticle 34 by irradiating the exposure light IL 1, such as excimer laser light, from a non-illustrated illumination-light study system. Thus, after exposing the cutback image of the original edition pattern 27 to each shot field on Wafer W, the circuit pattern of a certain layer of a semiconductor device is formed in each shot field on Wafer W by performing development of Wafer W and performing processes, such as etching.

[0062] In addition, as a projection aligner for exposure of the working reticle 34, the cutback projection mold aligner of a scan exposure mold like step - and - scanning method may be used. Next, other examples of the gestalt of operation of this invention are explained. With the gestalt of the above-mentioned operation, when a cutback image was projected on a substrate 4 with a projection aligner, this invention was applied, but in this example, in case the original edition pattern of a photo mask is drawn using an electron beam exposure system or laser beam drawing equipment, this invention is applied. In drawing 1, when drawing the actual size image of the parent pattern Pi on the substrate of the master reticle Ri, it is used, but this is used, also when carrying out direct writing of the original edition pattern of a photo mask like before.

[0063] Drawing 9 shows the drawing equipment of this example, and sets it to this drawing 9. For example, the substrate 55 (or the substrate of working reticle is also good) of the master reticle Ri as a parent mask of drawing 1 A top face is laid in the top face of the convex substrate holder 51, and the substrate holder 51 is fixed on the sample base 56. The lock-pins 52A and 52B which energize caudad about two sides which a substrate 55 counters are formed on the sample base 56, and the substrate 55 is held so that a pattern formation side on top may serve as a convex in the upper part. The sample base 56 is movable in the two-dimensional direction on the base 58 by X-Y stage 57. The location of the sample base 56 is measured by 59m of migration mirrors, and the laser interferometer 59, and this measurement value is supplied to the control

system 60 and the stage drive system 61. The stage drive system 61 drives X-Y stage 57 based on the measurement value and the positional information from a control system 60, and positions a substrate 55.

[0064] Which drawing system 62 of the drawing system which controls an exposure and cutoff of the drawing system which controls an exposure and cutoff of a laser beam LB, and draws a pattern, or electron beam EB, and draws a pattern is arranged above the substrate 55. A mask ingredient is formed on a substrate 55 and the photoresist or the electron beam resist is applied according to the laser beam LB or electron beam EB on this. And when a substrate 55 reaches a position to the drawing system 62, a control system 60 draws the pattern set up in the drawing field through the drawing system 62.

[0065] In this case, the deformation of the pattern side of a substrate 55 is set up similarly to the deformation to the lower part by the self-weight of the pattern side of that master reticle Ri at the time of loading the master reticle Ri which comes to form a pattern in that substrate 55 to the projection aligner of drawing 2. When a cutback image is projected by this using the master reticle Ri, the position error of the cutback image etc. does not arise.

[0066] In addition, the maintenance device of the substrate of a photo mask may make the above-mentioned convex configuration and the almost same configuration by not being restricted to the gestalt of the gestalt of the above-mentioned operation, preparing a projection group in the contact surface with the substrate 4 of the substrate holder 51 in drawing 5 (B), and adjusting distribution of the die length of those projection groups. Moreover, with the gestalt of the above-mentioned implementation, although it shall press down near both the shorter sides of the substrate 4 of a photo mask more compulsorily than the upper part instead, ends may be made to be caudad lowered using self-weight deformation of a substrate 4, and ends may be caudad drawn near by vacuum adsorption.

[0067] In addition, of course, configurations various in the range which this invention is not limited to the gestalt of above-mentioned operation, and does not deviate from the summary of this invention can be taken.

[0068]

[Effect of the Invention] Even if it is the case where self-weight deformation etc. arises in case the photo mask is used since the deformation produced at the time of the exposure to the substrate of a photo mask or drawing is doubled with the deformation condition at the time of using the photo mask according to the manufacture approach of the photo mask of this invention, there is an advantage which can maintain the location precision of the projection image of the photo mask good.

[0069] In the equipment which draws a photo mask by imprint exposure from a parent mask especially, although it had become an amending-lowering of pattern location precision by self-weight deformation technical problem, lowering of pattern location precision is thoroughly cancelable with this invention. Moreover, the pattern to which the pattern for an imprint was expanded is divided into the pattern of two or more parent masks. On the substrate of the photo mask, in carrying out a sequential imprint, performing a screen splice, the cutback image of the pattern of two or more parent masks Since the patterns of two or more parent masks are some patterns to which the pattern for an imprint was expanded, for example, respectively, using an electron beam exposure system, laser beam drawing equipment, etc., it is little [ respectively ] drawing data, and they can be drawn in the small amount of drifts in a short time. Moreover, since the drawing error of a parent mask becomes small by the cutback scale-factor ratio of the pattern of the parent mask, it can form the pattern for an imprint (original edition pattern) in high degree of accuracy. Furthermore, since it can be repeatedly used once it manufactures, those parent masks have the advantage which can form each original edition pattern in a short time with high precision, also when manufacturing several many sheets of the photo mask.

[0070] Moreover, according to the manufacturing installation of the photo mask of this invention, the manufacture approach of the photo mask of this invention can be enforced.

---

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

##### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing with which explanation of the production process of the working reticle (photo mask) of an example of the gestalt of operation of this invention is presented.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the optical cutback projection mold aligner used in case the working reticle is manufactured with an example of the gestalt of the operation.

[Drawing 3] In the projection aligner of drawing 2 , it is the perspective view of the important section which cut and lacked the part which shows the case where alignment of master reticle is performed.

[Drawing 4] In the projection aligner of drawing 2 , it is the perspective view of an important section showing the case where the cutback image of the parent pattern of

master reticle is projected on a substrate 4.

[Drawing 5] The amplification top view in which (A) shows the maintenance condition of the substrate 4 of drawing 2 , and (B) are the enlarged drawings showing the maintenance condition of the substrate 4 of drawing 2 .

[Drawing 6] It is the perspective view showing the important section of the projection aligner which projects on a wafer the pattern of the working reticle manufactured with the gestalt of the operation.

[Drawing 7] It is the enlarged drawing showing the deformation condition of the working reticle laid in the projection aligner of drawing 6 .

[Drawing 8] It is drawing with which explanation of a location gap of the pattern by deformation of the working reticle is presented.

[Drawing 9] It is the block diagram showing the drawing equipment used in other examples of the gestalt of operation of this invention.

[Description of Notations]

R1-RN Master reticle (parent mask)

P1-PN Divided parent pattern

3 Projection Optical System

4 Substrate for Working Reticles

S1-SN Shot field on a substrate 4

5 Sample Base

6 X-Y Stage

9 Main Control System

13A, 13B Reference mark

14A, 14B Alignment sensor for reticles

16 Reticle Library

18 Slide Equipment

19 Reticle Loader

21A, 21B Alignment mark of master reticle

24A, 24B Alignment mark of a substrate

27 Original Edition Pattern

35 Circuit Pattern

36 Parent Pattern

51 Substrate Holder

52A, 52B Lock-pin

---

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-194479

(43)公開日 平成11年(1999)7月21日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 3 F 1/08  
H 0 1 L 21/027

識別記号

F I

G 0 3 F 1/08  
H 0 1 L 21/30

A  
5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平9-360028

(22)出願日 平成9年(1997)12月26日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 白石 直正

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

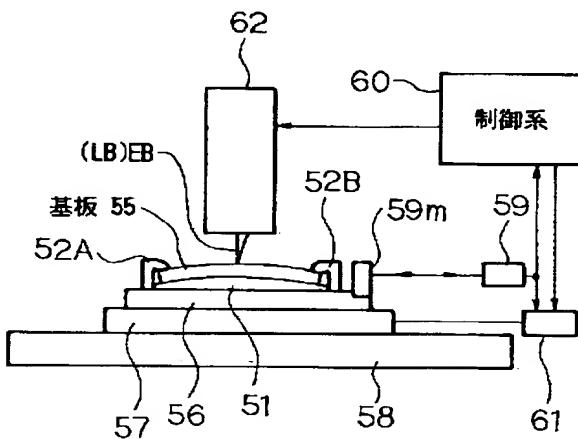
(74)代理人 弁理士 大森 聰

(54)【発明の名称】 フォトマスクの製造方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 使用時にフォトマスクが自重等で変形する場合でも、そのフォトマスクのパターンの投影像の位置誤差が生じないようなフォトマスクの製造方法を提供する。

【解決手段】 フォトマスク用の基板55を上方に凸面となった基板ホルダ51の上面に載置し、基板ホルダ51を試料台56上に固定し、試料台56上に基板55の対向する2辺近傍を下方に付勢する固定ピン52A、52Bを設ける。試料台56の位置をXYステージ57によって設定した後、描画系62を介して基板55上に所定の原版パターンを描画する。基板55のパターン面の上方への変形量を、製造されたフォトマスクが使用される際の自重による基板55のパターン面の下方への変形量と同じに設定しておく。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光装置での転写用に使用されるフォトマスクの製造方法において、前記露光装置における転写時の前記フォトマスクの基板の変形状態を予測し、前記基板上に転写用のパターンを描画、又は転写する際に、前記基板の変形状態を前記予測される変形状態に合わせておくことを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項2】 前記基板を前記転写用のパターンの形成面が凸面となるように撓ませておくことを特徴とする請求項1記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項3】 前記転写用のパターンに対応するパターンが形成された親マスクを製造し、前記フォトマスクの基板上に前記親マスクのパターンの光学像を投影露光することを特徴とする請求項1、又は2記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項4】 前記転写用のパターンを拡大したパターンを複数枚の親マスクのパターンに分割し、前記フォトマスクの基板上に複数枚の前記親マスクのパターンの縮小像を画面継ぎを行なながら順次転写することを特徴とする請求項1、又は2記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項5】 露光装置での転写用に使用されるフォトマスクの製造装置において、前記フォトマスクの基板を所定の状態に変形させて保持するフォトマスク保持部材と、該フォトマスク保持部材に保持された前記基板上に転写用のパターンを描画、又は転写するパターン形成系と、を有することを特徴とするフォトマスクの製造装置。

【請求項6】 前記フォトマスク保持部材は、前記基板のパターン形成面が前記パターン形成系に対して凸面となるように保持することを特徴とする請求項5記載のフォトマスクの製造装置。

【請求項7】 前記フォトマスク保持部材は、前記基板の載置される面が円筒面状のマウント部材と、該マウント部材上の前記基板の対向する2辺の近傍を該マウント部材側に付勢する付勢部材と、を有することを特徴とする請求項6記載のフォトマスクの製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体集積回路、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等のマイクロデバイスをリソグラフィ技術を用いて製造する際に原版パターンとして使用されるフォトマスクの製造方法及び装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体集積回路等のデバイスを製造する際に、形成すべき回路パターンを例えば4~5倍程度に拡大した原版パターンが形成されたフォトマスクを使用して、このフォトマスクのパターンを縮小投影光学系を

介してウエハ、又はガラスプレート等の被露光基板上に縮小投影する転写方式が用いられている。このようなフォトマスクのパターンの転写の際に使用されるのが露光装置であり、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置で使用されるフォトマスクは、レチクルとも呼ばれている。

【0003】 従来、そのようなフォトマスクは、所定の基板上に電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置を用いて原版パターンを描画することによって製造されていた。即ち、その基板上にマスク材料を形成してレジストを塗布した後、電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置を用いてその原版パターンが描画される。その後、そのレジストの現像を行って、エッチング処理等を行うことによって、そのマスク材料によってその原版パターンが形成されていた。この場合、そのフォトマスクを使用する縮小投影型の露光装置の縮小倍率を $1/\beta$ 倍とすると、そのフォトマスクに描画される原版パターンは、デバイスのパターンを $\beta$ 倍に拡大したパターンでよいため、描画装置による描画誤差は、デバイス上ではほぼ $1/\beta$ 倍に縮小される。従って、実質的に描画装置による解像力のほぼ $1/\beta$ 倍の解像力でデバイスのパターンを形成できることになる。

【0004】 また、そのような描画装置においては、フォトマスク用の基板上に原版パターンを描画する際に、その基板を保持して移動させるステージ機構と、光学系又は電子光学系よりなる描画系との配置上の関係から、その基板のパターン面が「上向き」となるようにほぼ平坦に配置される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記の如く従来より、フォトマスクの原版パターンは電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置によって描画されており、描画時にフォトマスク用の基板のパターン面は上向きにはほぼ平坦に配置されていた。一方、製造されたフォトマスクが、ウエハ等の被露光基板への露光を行う露光装置で使用される場合には、被露光基板を保持及び移動させるステージ機構と、投影光学系との配置上の関係から、フォトマスクの基板のパターン面が「下向き」となるように配置される。また、フォトマスクの中心部には転写すべき原版パターンが形成されており、この部分を保持することはできないため、フォトマスクの保持はその基板の周辺部を支える形で行われる。このため、露光装置で使用される状態では、フォトマスクは、パターン面の方向に凸となるように自重変形した状態で使用されるのが一般的である。

【0006】 このように自重変形したフォトマスクにおいては、変形に伴って凸面に変形したパターン面が伸び、原版パターンの位置が僅かながら拡大される方向に変形してしまう。これに対して、上記の通り、従来のフォトマスクの描画装置では、原版パターンの描画時の基

板のパターン面が上方を向くように平坦に配置されるのが一般的であったために、描画時の自重変形はあまりないのに対して、使用時の自重変形（パターン下向き）が大きくなり、それに伴って、フォトマスクを実際に使用する際に、原版パターンの投影像の位置精度が低下してしまうという不都合があった。このような位置精度の低下量は現状ではほぼ許容範囲内に収まっているが、今後転写するパターンの集積度や微細度が一層向上するにつれて、その位置精度が許容範囲に収まらなくなる恐れがある。

【0007】また、フォトマスクの原版パターンを投影露光装置を用いて所定のパターンを転写することによって製造することも考えられているが、この場合にも投影露光装置においてそのフォトマスクの基板のパターン面を上向きに平坦に保持すると、実際の使用時に投影像の位置誤差等が生ずる恐れがある。本発明は斯かる点に鑑み、フォトマスクを使用する際に自重変形等が生じる場合であっても、そのフォトマスクの投影像の位置精度を良好に維持できるフォトマスクの製造方法を提供することを目的とする。

【0008】また、本発明はそのようなフォトマスクの製造方法を実施できる製造装置を提供することをも目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によるフォトマスクの製造方法は、露光装置での転写用に使用されるフォトマスク（34）の製造方法において、その露光装置における転写時のそのフォトマスクの基板（4）の変形状態を予測し、その基板（4）上に転写用のパターンを描画、又は転写する際に、その基板の変形状態をその予測される変形状態に合わせておくものである。

【0010】斯かる本発明によれば、フォトマスクを製造する際のフォトマスク用の基板上への描画時、又は投影時におけるその基板の変形量は、そのフォトマスクを使用して露光を行うときのその基板の自重変形等の変形量と合致しているため、そのフォトマスクの使用時にその基板が変形しても、投影像の位置精度の低下が無い。

【0011】この場合、その基板（4）をその転写用のパターンの形成面が凸面となるように機ませておくことが望ましい。フォトマスクを通常の露光装置で使用する場合には、そのフォトマスクの基板は下向きで自重変形するため、そのパターン面が凸面となるように支持される。従って、そのフォトマスクを使用した場合の投影像の位置精度が小さくなる。

【0012】また、その転写用のパターン（27）に対応するパターンが形成された親マスクを製造し、そのフォトマスクの基板（4）上にその親マスクのパターンの光学像を投影露光するようにしてもよい。光学像を投影露光する場合でも、その基板（4）の変形状態を使用時に合わせておくことで、使用時の位置精度が向上する。

【0013】また、その転写用のパターン（27）を拡大したパターン（36）を複数枚の親マスク（R1～RN）のパターンに分割し、そのフォトマスクの基板

（4）上に複数枚のその親マスクのパターンの縮小像を画面継ぎを行なながら順次転写することが望ましい。この場合、一例として、そのフォトマスクの基板（4）上にマスク材料の薄膜が形成され、この上にフォトレジスト等の感光材料が塗布される。その後、その感光材料上に例えば光学式で縮小投影型の露光装置を用いて、ステップ・アンド・リピート方式、又はステップ・アンド・スキャン方式で複数枚の親マスクのパターンの縮小像が転写された後、その感光材料の現像が行われる。それから、残された感光材料のパターンをマスクとしてエッチング等を行うことによって、所望の転写用のパターン（原版パターン）が形成される。

【0014】この際に、そのフォトマスク製造用の例えは光学式の露光装置の縮小倍率を $1/\alpha$ 倍（ $\alpha$ は1より大きい整数、半整数等）とすると、その転写用のパターン（27）、即ち原版パターンは $\alpha$ 倍に拡大され、この拡大された親パターン（36）が縦横に例えば $\alpha \times \alpha$ 枚の親マスクのパターンに分割される。縮小倍率が $1/5$ 倍（ $\alpha = 5$ ）であれば、 $5 \times 5$ 倍で25枚の親マスクが用意される。この結果、各親マスクに形成されるパターンは、原版パターンを $\alpha$ 倍に拡大した親パターンの一部となるため、各親マスクのパターンの描画データ量は従来の $1/\alpha^2$ 程度に減少し、最小線幅は従来の $\alpha$ 倍となる。従って、各親マスクのパターンはそれぞれ例えば従来の電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置を用いて短時間に、少ないドリフトで高精度に描画できる。また、描画装置による描画誤差は、そのフォトマスク上では $1/\alpha$ に減少するため、原版パターンの精度はより向上する。更に、一度それらの親マスクを製造した後は、それらの親マスクのパターンをステップ・アンド・リピート方式等でそのフォトマスクの基板上に高速に転写できるため、特にそのフォトマスクを複数枚製造する場合の製造時間を、従来のように個々に描画装置で描画する方式に比べて大幅に短縮できる。

【0015】また、その基板（4）の表面に複数枚の親マスク（R1～RN）のパターンの縮小像を順次転写する際に、そのフォトマスクを使用する投影露光装置の投影光学系（42）の非回転対称収差とディストーション特性との少なくとも一方に応じてその親マスク（R1～RN）のパターンの縮小像の結像特性（転写位置、倍率、ディストーション等）をそれぞれ補正することが望ましい。

【0016】このように、そのフォトマスクを使用する露光装置の所定の結像特性の変動量が予め分かっている場合には、そのフォトマスクの基板上に画面継ぎを行なながら各親マスクのパターン像を転写する際に、その結像特性の変動量を相殺するように各親マスクのパターン

像の転写位置、倍率、更にはディストーション等を調整することで、最終的にそのフォトマスクを用いて露光されるデバイスパターンの歪等が小さくなり、重ね合わせ精度等が向上する。

【0017】これに関して、そのフォトマスクを多数枚製造して、これらのフォトマスクをミックス・アンド・マッチ方式等で複数台の投影露光装置で使用する場合もある。この場合に、それぞれの投影露光装置で良好な重ね合わせ精度が得られるように、それらのフォトレジストを使用する予定の少なくとも2台の投影露光装置の投影像のディストーション特性等の平均的な特性に応じて、各親マスクのパターンをつなぎ合わせて転写する際の転写位置や像特性等を調整することが望ましい。

【0018】次に、そのフォトマスクは更に縮小投影で使用されることが望ましい。そのフォトマスクは、例えば $1/\beta$ 倍 ( $\beta$ は1より大きい整数、又は半整数等) の縮小投影で使用されるものとして、そのフォトマスクを製造するための露光装置の縮小倍率を $1/\alpha$ 倍 ( $\alpha$ は $\beta$ と同様に1より大きい整数、又は半整数等) であるとすると、各親マスクのパターンの描画誤差は、最終的に露光されるデバイスパターン上で $1/(a \cdot \beta)$ 倍に縮小される。従って、デバイスパターンの最小線幅を仮に現在の $1/2$ にするような場合にも、各親マスクのパターンを電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置等を用いて必要な精度で容易に、かつ短時間に描画できる。従って、パターンルールが更に微細化しても、必要な精度で所望のデバイスパターンを露光できる。

【0019】次に、本発明によるフォトマスクの製造装置は、露光装置での転写用に使用されるフォトマスク

(34)の製造装置において、そのフォトマスクの基板(4)を所定の状態に変形させて保持するフォトマスク保持部材(51, 52A, 52B)と、このフォトマスク保持部材に保持された基板(4)上に転写用のパターンを描画、又は転写するパターン形成系(1, 2, 3; 62)と、を有するものである。斯かるフォトマスクの製造装置を用いることによって、本発明のフォトマスクの製造方法が実施できる。

【0020】この場合、そのフォトマスク保持部材は、その基板(4)のパターン形成面がそのパターン形成系に対して凸面となるように保持するこが望ましい。これでフォトマスクの通常の使用状態に対応できる。また、そのフォトマスク保持部材は一例として、その基板(4)の載置される面が円筒面状のマウント部材(51)と、このマウント部材上のその基板(4)の対向する2辺の近傍をこのマウント部材側に付勢する付勢部材(52A, 52B)と、を有するものである。これによって、その基板のパターン形成面を凸面に保持できる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の一例につき図面を参照して説明する。図1は、本例のフォト

マスクの製造工程を示す図であり、図1において、本例で製造対象とするフォトマスクは、実際に半導体デバイスを製造する際に使用されるワーキングレチクル34である。このワーキングレチクル34は、石英ガラス等からなる光透過性の基板の一面に、クロム(Cr)、ケイ化モリブデン(MoSi等)、又はその他のマスク材料より転写用の原版パターン27を形成したものである。また、その原版パターン27を挟むように2つのアライメントマーク24A, 24Bが形成されている。

【0022】更に、ワーキングレチクル34は、光学式の投影露光装置の投影光学系を介して、 $1/\beta$ 倍 ( $\beta$ は1より大きい整数、又は半整数等) の縮小投影で使用されるものである。即ち、図1において、ワーキングレチクル34の原版パターン27の $1/\beta$ 倍の縮小像27Wを、フォトレジストが塗布されたウエハW上の各ショット領域48に露光した後、現像やエッ칭等を行うことによって、その各ショット領域48に所定の回路パターン35が形成される。また、本例ではその投影露光装置の投影像の非回転対称収差、及びディストーション特性等の結像特性は予め計測されており、この計測結果がそのワーキングレチクル34の製造時に利用される。更に、本例ではその投影露光装置にワーキングレチクル34を載置する際の、そのワーキングレチクル34の自重による変形量の予測値が求められており、後述のようにそのワーキングレチクル34の製造時に、そのワーキングレチクル34用の基板はその予測値と同じ程度に変形して載置される。以下、本例のフォトマスクとしてのワーキングレチクル34の製造方法の一例につき説明する。

【0023】図1において、まず最終的に製造される半導体デバイスの或るレイヤの回路パターン35が設計される。回路パターン35は直交する辺の幅が $d_X, d_Y$ の矩形の領域内に種々のライン・アンド・スペースパターン等を形成したものである。本例では、その回路パターン35を $\beta$ 倍して、直交する辺の幅が $\beta \cdot d_X, \beta \cdot d_Y$ の矩形の領域よりなる原版パターン27をコンピュータの画像データ上で作成する。 $\beta$ 倍は、ワーキングレチクル34が使用される投影露光装置の縮小倍率( $1/\beta$ )の逆数である。なお、反転投影されるときは、反転して拡大している。

【0024】次に、その原版パターン27を $\alpha$ 倍 ( $\alpha$ は1より大きい整数、又は半整数等) として、直交する辺の幅が $\alpha \cdot \beta \cdot d_X, \alpha \cdot \beta \cdot d_Y$ の矩形の領域よりなる親パターン36を画像データ上で作成し、その親パターン36を縦横にそれぞれ $\alpha$ 個に分割して、 $\alpha \times \alpha$ 個の親パターンP1, P2, P3, ..., PN ( $N = \alpha^2$ ) を画像データ上で作成する。図1では、 $\alpha = 5$ の場合が示されている。なお、この親パターン36の分割数 $\alpha$ は、必ずしも原版パターン27から親パターン36への倍率 $\alpha$ に合致させる

必要は無い。その後、それらの親パターンP<sub>i</sub> (i=1～N)よりそれぞれ電子ビーム描画装置(又はレーザビーム描画装置等も使用できる)用の描画データを生成し、その親パターンP<sub>i</sub>をそれぞれ等倍で、親マスクとしてのマスターレチクルR<sub>i</sub>上に転写する。

【0025】例えば1枚目のマスターレチクルR<sub>1</sub>を製造する際には、石英ガラス等の光透過性の基板上にクロム、又はケイ化モリブデン等のマスク材料の薄膜を形成し、この上に電子線レジストを塗布した後、電子ビーム描画装置を用いてその電子線レジスト上に1番目の親パターンP<sub>1</sub>の等倍像を描画する。その後、電子線レジストの現像を行ってから、エッティング、及びレジスト剥離等を施すことによって、マスターレチクルR<sub>1</sub>上のパターン領域2<sub>0</sub>に親パターンP<sub>1</sub>が形成される。この際に、マスターレチクルR<sub>1</sub>上には、親パターンP<sub>1</sub>に対して所定の位置関係で2つの2次元マークよりなるアライメントマーク2<sub>1A</sub>, 2<sub>1B</sub>を形成しておく。同様に他のマスターレチクルR<sub>i</sub>にも、電子ビーム描画装置等を用いてそれぞれ親パターンP<sub>i</sub>、及びアライメントマーク2<sub>1A</sub>, 2<sub>1B</sub>が形成される。このアライメントマーク2<sub>1A</sub>, 2<sub>1B</sub>は、後に画面継ぎを行う際の位置合わせ用に使用される。

【0026】このように本例では、電子ビーム描画装置(又はレーザビーム描画装置)で描画する各親パターンP<sub>i</sub>は、原版パターン2<sub>7</sub>を $\alpha$ 倍に拡大したパターンであるため、各描画データの量は、原版パターン2<sub>7</sub>を直接描画する場合に比べて $1/\alpha^2$ 程度に減少している。更に、親パターンP<sub>i</sub>の最小線幅は、原版パターン2<sub>7</sub>の最小線幅に比べて $\alpha$ 倍(例えば5倍、又は4倍等)であるため、各親パターンP<sub>i</sub>は、それぞれ従来の電子線レジストを用いて電子ビーム描画装置によって短時間に、かつ高精度に描画できる。また、一度N枚のマスターレチクルR<sub>1</sub>～RNを製造すれば、後は後述のようにそれらを繰り返し使用することによって、必要な枚数のワーキングレチクル3<sub>4</sub>を製造できるため、マスターレチクルR<sub>1</sub>～RNを製造するための時間は、大きな負担ではない。

【0027】即ち、それらN枚のマスターレチクルR<sub>i</sub>の親パターンP<sub>i</sub>の $1/\alpha$ 倍の縮小像P<sub>1i</sub> (i=1～N)を、それぞれ画面継ぎを行いながら転写することによってワーキングレチクル3<sub>4</sub>が製造される。なお、電子ビーム描画装置等での描画誤差を平均化効果によって低減するために、図1の親パターン3<sub>6</sub>を分割した親パターンを2組の複数枚のマスターレチクルに描画し、これら2組のマスターレチクル群のパターンの縮小像をワーキングレチクル3<sub>4</sub>用の基板4上に重ねて露光するようにしてもよい。

【0028】図2は、そのワーキングレチクル3<sub>4</sub>を製造する際に使用される光学式の縮小投影型露光装置を示し、この図2において露光時には、露光光源、照度分布

均一化用のフライアイレンズ、照明系開口絞り、レチクルブラインド(可変視野絞り)、及びコンデンサレンズ系等からなる照明光学系1より、露光光I<sub>1</sub>がレチクルステージ2上のレチクルに照射される。本例のレチクルステージ2上には、i番目(i=1～N)のマスターレチクルR<sub>i</sub>が載置されている。なお、露光光としては、水銀ランプのi線(波長365nm)等の輝線、又はKrF(波長248nm)、ArF(波長193nm)、若しくはF<sub>2</sub>(波長157nm)等のエキシマレーザ光等が使用できる。

【0029】マスターレチクルR<sub>i</sub>の照明領域内のパターンの像は、投影光学系3を介して縮小倍率 $1/\alpha$ ( $\alpha$ は例えば5、又は4等)で、ワーキングレチクル3<sub>4</sub>用の基板4の表面に投影される。基板4は、石英ガラスのような光透過性の基板であり、その表面のパターン領域2<sub>5</sub>(図4参照)にクロム、又はケイ化モリブデン等のマスク材料の薄膜が形成され、このパターン領域2<sub>5</sub>を挟むように位置合わせ用の2つの2次元マークよりなるアライメントマーク2<sub>4A</sub>, 2<sub>4B</sub>が形成されている。また、基板4の表面にマスク材料を覆うようにフォトレジストが塗布されている。以下、投影光学系3の光軸AXに平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内で図2の紙面に平行にX軸を、図2の紙面に垂直にY軸を取って説明する。

【0030】まず、レチクルステージ2は、この上のマスターレチクルR<sub>i</sub>をXY平面内で位置決めする。レチクルステージ2の位置は不図示のレーザ干渉計によって計測され、この計測値、及び主制御系9からの制御情報によってレチクルステージ2の動作が制御される。一方、基板4は、不図示の基板ホルダ上に真空吸着によって保持され、この基板ホルダは試料台5上に固定され、試料台5はXYステージ6上に固定されている。試料台5は、オートフォーカス方式で基板4のフォーカス位置(光軸AX方向の位置)、及び傾斜角を制御することによって、基板4の表面を投影光学系3の像面に合わせ込む。また、XYステージ6は、ベース7上で例えればリニアモータ方式でX方向、Y方向に試料台5(基板4)を位置決めする。

【0031】試料台5の上部に固定された移動鏡8m、及び対向して配置されたレーザ干渉計8によって試料台5のX座標、Y座標、及び回転角が計測され、この計測値がステージ制御系10、及び主制御系9に供給されている。移動鏡8mは、図3に示すように、X軸の移動鏡8mX、及びY軸の移動鏡8mYを総称するものである。ステージ制御系10は、その計測値、及び主制御系9からの制御情報に基づいて、XYステージ6のリニアモータ等の動作を制御する。

【0032】また、本例では、レチクルステージ2の側方に棚状のレチクルライブラリ16が配置され、レチクルライブラリ16内にZ方向に順次配列されたN個の支

持板17上にマスター・レチクルR1, R2, …, RNが載置されている。これらのマスター・レチクルR1～RNは、それぞれ図1の親パターン36を分割した親パターンP1～PNが形成されたレチクル（親マスク）である。レチクルライブラリ16は、スライド装置18によってZ方向に移動自在に支持されており、レチクルステージ2とレチクルライブラリ16との間に、回転自在でZ方向に所定範囲で移動できるアームを備えたレチクルローダ19が配置されている。主制御系9がスライド装置18を介してレチクルライブラリ16のZ方向の位置を調整した後、レチクルローダ19の動作を制御して、レチクルライブラリ16中の所望の支持板17とレチクルステージ2との間で、所望のマスター・レチクルR1～RNを受け渡しできるように構成されている。図2では、レチクルライブラリ16中のi番目のマスター・レチクルRiが、レチクルステージ2上に載置されている。

【0033】また、主制御系9には、磁気ディスク装置等の記憶装置11が接続され、記憶装置11に露光データファイルが格納されている。露光データファイルには、マスター・レチクルR1～RNの相互の位置関係やアライメント情報、及び本例で製造されるワーキングレチクルを使用する投影露光装置の投影像（投影光学系）の結像特性のデータ等が記録されている。

【0034】ここで、試料台5上の基板4の保持方法につき図5を参照して詳細に説明する。図5（B）は、図2の試料台5上の保持部材の構成を示し、この図5

（B）において、試料台5上に上面が円筒の側面状の凸面とされた基板ホルダ51が固定され、その凸面上に基板4が載置されている。また、基板4のパターン面（ここでは上面）のパターン領域25をX方向に挟む2辺の近傍の領域E1, E2を基板ホルダ51側に付勢するように、試料台5上に固定ピン52A, 52Bが設けられている。これによって、ワーキングレチクル34用の基板4のパターン領域25は、「上に凸」に変形している。

【0035】即ち、図5（B）の平面図である図5

（A）に示すように、長方形の平板である基板4のX方向の対向する1組の辺の間のY軸に平行な中心線の近傍の領域53では、基板4はそのパターン面が底面側から上方に押され、その領域53から離れた両端の2辺の近傍の領域E1, E2では、そのパターン面は上方から底面側に押しつけられている。このように基板4を保持する利点につき図6～図8を参照して説明する。

【0036】本例で基板4上に原版パターンを形成して製造されるワーキングレチクル34は、図6の投影露光装置のレチクルステージ49上に載置され、ワーキングレチクル34の原版パターン27の投影光学系42による縮小像がウエハW上に投影される。この際に、ワーキングレチクル34は、X方向の2辺の近傍の領域がレチクルステージ49上に真空吸着によって保持されている。従って、図7に示すように、ワーキングレチクル3

4の基板4の原版パターン27が形成されているパターン面（下面）は、基板4の自重によって下側（投影光学系42側）に凸に変形している。これによって、原版パターン27は伸張するように変形している。

【0037】即ち、図8（A）に示す通り、ワーキングレチクル34（基板4）に変形のない状態で中心より距離x1の位置に、所定のパターン54Aが存在するものとする。このとき、図8（B）に示すように、ワーキングレチクル34の自重変形によってそのパターン面が「下に凸」に変形したすると、ワーキングレチクル34のパターン面では張力が働いて原版パターン27内の各部の間の距離が伸び、それと反対の面（上面）では、圧力が加わって、2点間の距離が縮む。そして、これらの伸縮量が釣り合うのはワーキングレチクル34の基板4の厚さ方向の中心面4C上である。

【0038】従って、上記の所定のパターン54Aの位置は、中心から離れる方向に△xだけ変形して位置54Bに移動し、中心からの距離はx2に広がってしまう。その変位量△xは、そのままそのワーキングレチクル34を使用する場合の縮小像の位置誤差となってしまう。しかしながら、本例においては、図5に示すように、そのワーキングレチクル34用の基板4に対する露光時にも、その基板4に使用時と同様の変形を与えているので、製造時と使用時とのパターンの位置関係は保たれ、使用時（ウエハへの転写時）に、パターンの位置変位が問題となることはない。

【0039】そして、図2に戻り、本例の基板4に対する露光時には、基板4上の1番目のショット領域への1番目のマスター・レチクルR1の縮小像の露光が終了すると、XYステージ6のステップ移動によって基板4上の次のショット領域が投影光学系3の露光領域に移動する。これと並行して、レチクルステージ2上のマスター・レチクルR1がレチクルローダ19を介してレチクルライブラリ16に戻され、次の転写対象のマスター・レチクルR2がレチクルライブラリ16からレチクルローダ19を介してレチクルステージ2上に載置される。そして、アライメントが行われた後、そのマスター・レチクルR2の縮小像が投影光学系3を介して基板4上の当該ショット領域に投影露光され、以下ステップ・アンド・リピート方式で基板4上の残りのショット領域に、順次対応するマスター・レチクルR2～RNの縮小像の露光が行われる。

【0040】なお、図2の投影露光装置は一括露光型であるが、その代わりにステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の縮小投影型露光装置を使用してもよい。走査露光型では、露光時にマスター・レチクルと基板4とが投影光学系3に対して縮小倍率比で同期走査される。走査露光型の露光装置を用いることによって、後述のように、一括露光型では補正が難しい誤差（スキュー誤差等）も補正できる場合がある。

【0041】さて、このようにマスターレチクルR 1～RNの縮小像を基板4上に露光する際には、隣接する縮小像間の画面継ぎ（つなぎ合わせ）を高精度に行う必要がある。このためには、各マスターレチクルR i（i=1～N）と、基板4上の対応するショット領域（S iとする）とのアライメントを高精度に行う必要がある。このアライメントのために、本例の投影露光装置にはレチクル及び基板用のアライメント機構が備えられている。

【0042】図3は、本例のレチクルのアライメント機構を示し、この図3において、試料台5上で基板4の近傍に光透過性の基準マーク部材1 2が固定され、基準マーク部材1 2上にX方向に所定間隔で例えば十字型の1対の基準マーク1 3 A, 1 3 Bが形成されている。また、基準マーク1 3 A, 1 3 Bの底部には、露光光ILから分岐された照明光で投影光学系3側に基準マーク1 3 A, 1 3 Bを照明する照明系が設置されている。マスターレチクルR iのアライメント時には、図2のXYステージ6を駆動することによって、図3に示すように、基準マーク部材1 2上の基準マーク1 3 A, 1 3 Bの中心がほぼ投影光学系3の光軸AXに合致するように、基準マーク1 3 A, 1 3 Bが位置決めされる。

【0043】また、マスターレチクルR iのパターン面（下面）のパターン領域2 0をX方向に挟むように、一例として十字型の2つのアライメントマーク2 1 A, 2 1 Bが形成されている。基準マーク1 3 A, 1 3 Bの間隔は、アライメントマーク2 1 A, 2 1 Bの投影光学系3による縮小像の間隔とほぼ等しく設定されており、上記のように基準マーク1 3 A, 1 3 Bの中心をほぼ光軸AXに合致させた状態で、基準マーク部材1 2の底面側から露光光ILと同じ波長の照明光で照明することによって、基準マーク1 3 A, 1 3 Bの投影光学系3による拡大像がそれぞれマスターレチクルR iのアライメントマーク2 1 A, 2 1 Bの近傍に形成される。

【0044】これらのアライメントマーク2 1 A, 2 1 Bの上方に投影光学系3側からの照明光を±X方向に反射するためのミラー2 2 A, 2 2 Bが配置され、ミラー2 2 A, 2 2 Bで反射された照明光を受光するようにTR（スルー・ザ・レチクル）方式で、画像処理方式のアライメントセンサ1 4 A, 1 4 Bが備えられている。アライメントセンサ1 4 A, 1 4 Bはそれぞれ結像系と、CCDカメラ等の2次元の撮像素子とを備え、その撮像素子がアライメントマーク2 1 A, 2 1 B、及び対応する基準マーク1 3 A, 1 3 Bの像を撮像し、その撮像信号が図2のアライメント信号処理系1 5に供給されている。

【0045】アライメント信号処理系1 5は、その撮像信号を画像処理して、基準マーク1 3 A, 1 3 Bの像に対するアライメントマーク2 1 A, 2 1 BのX方向、Y方向への位置ずれ量を求め、これら2組の位置ずれ量を主制御系9に供給する。主制御系3 7は、その2組の位

置ずれ量が互いに対称に、かつそれぞれ所定範囲内に収まるようにレチクルステージ2の位置決めを行う。これによって、基準マーク1 3 A, 1 3 Bに対して、アライメントマーク2 1 A, 2 1 B、ひいてはマスターレチクルR iのパターン領域2 0内の親パターンP i（図1参照）が位置決めされる。

【0046】言い換えると、マスターレチクルR iの親パターンP iの投影光学系3による縮小像の中心（露光中心）は、実質的に基準マーク1 3 A, 1 3 Bの中心（ほぼ光軸AX）に位置決めされ、親パターンP iの輪郭（パターン領域2 0の輪郭）の直交する辺はそれぞれX軸、及びY軸に平行に設定される。この状態で図2の主制御系9は、レーザ干渉計8によって計測される試料台5のX方向、Y方向の座標（XF<sub>0</sub>, YF<sub>0</sub>）を記憶することで、マスターレチクルR iのアライメントが終了する。この後は、親パターンP iの露光中心に、試料台5上の任意の点を移動することができる。

【0047】また、図2において、投影光学系PLの側面に、基板4上のマークの位置検出を行うために、オフ・アクシス方式で、画像処理方式のアライメントセンサ2 3も備えられている。アライメントセンサ2 3は、フォトレジストに対して非感光性で広帯域の照明光で被検マークを照明し、被検マークの像をCCDカメラ等の2次元の撮像素子で撮像し、撮像信号をアライメント信号処理系1 5に供給する。なお、アライメントセンサ2 3の検出中心とマスターレチクルR iのパターンの投影像の中心（露光中心）との間隔（ベースライン量）は、基準マーク部材1 2上の所定の基準マークを用いて求められて、主制御系9内に記憶されている。

【0048】図3に示すように、基板4上のX方向の端部に例えば十字型の2つのアライメントマーク2 4 A, 2 4 Bが形成されている。そして、マスターレチクルR iのアライメントが終了した後、XYステージ6を駆動することによって、図2のアライメントセンサ2 3の検出領域に順次、図3の基準マーク1 3 A, 1 3 B、及び基板4上のアライメントマーク2 4 A, 2 4 Bを移動して、それぞれ基準マーク1 3 A, 1 3 B、及びアライメントマーク2 4 A, 2 4 Bのアライメントセンサ2 3の検出中心に対する位置ずれ量を計測する。これらの計測結果は主制御系9に供給され、これらの計測結果を用いて主制御系9は、基準マーク1 3 A, 1 3 Bの中心がアライメントセンサ2 3の検出中心に合致するときの試料台5の座標（XP<sub>0</sub>, YP<sub>0</sub>）、及びアライメントマーク2 4 A, 2 4 Bの中心がアライメントセンサ2 3の検出中心に合致するときの試料台5の座標（XP<sub>1</sub>, YP<sub>1</sub>）を求める。これによって、基板4のアライメントが終了する。

【0049】この結果、基準マーク1 3 A, 1 3 Bの中心とアライメントマーク2 4 A, 2 4 Bの中心とのX方向、Y方向の間隔は（XP<sub>0</sub> - XP<sub>1</sub>, YP<sub>0</sub> - YP<sub>1</sub>）を求める。

$P_1$ ) となる。そこで、マスターレチクル  $R_i$  のアライメント時の試料台 5 の座標 ( $X F_0, Y F_0$ ) に対して、その間隔 ( $X P_0 - X P_1, Y P_0 - Y P_1$ ) 分だけ 図2 の XYステージ 6 を駆動することによって、図4 に示すように、マスターレチクル  $R_i$  のアライメントマーク 21 A, 21 B の投影像の中心（露光中心）に、基板 4 のアライメントマーク 24 A, 24 B の中心（基板 4 の中心）を高精度に合致させることができる。この状態から、図2 の XYステージ 6 を駆動して試料台 5 を X 方向、Y 方向に移動することによって、基板 4 上の中心に対して所望の位置にマスターレチクル  $R_i$  の親パターン  $P_i$  の縮小像  $P_{I,i}$  を露光できる。

【0050】即ち、図4 は、 $i$  番目のマスターレチクル  $R_i$  の親パターン  $P_i$  を投影光学系 3 を介して基板 4 上に縮小転写する状態を示し、この図4において、基板 4 の表面のアライメントマーク 24 A, 24 B の中心を中心として、X 軸及び Y 軸に平行な辺で囲まれた矩形のパターン領域 25 が、主制御系 9 内で仮想的に設定される。パターン領域 25 の大きさは、図1 の親パターン 36 を  $1/\alpha$  倍に縮小した大きさであり、パターン領域 25 が、X 方向、Y 方向にそれぞれ  $\alpha$  倍に均等に分割されてショット領域  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_N$  ( $N = \alpha^2$ ) が仮想的に設定される。ショット領域  $S_i$  ( $i = 1 \sim N$ ) の位置は、図1 の親パターン 36 を仮に図4 の投影光学系 3 を介して縮小投影した場合の、 $i$  番目の親パターン  $P_i$  の縮小像  $P_{I,i}$  の位置に設定されている。

【0051】そして、本例のワーキングレチクル 34 を使用する投影露光装置の投影像の結像特性が理想的である場合、主制御系 9 は 図2 の XYステージ 6 を駆動することによって、図4において、基板 4 上の  $i$  番目のショット領域  $S_i$  の中心を、上記のアライメントによって求められているマスターレチクル  $R_i$  の親パターン  $P_i$  の縮小像  $P_{I,i}$  の露光中心に合わせ込む。その後、主制御系 9 は 図2 の照明光学系 1 内の露光光源の発光を開始させて、その親パターン  $P_i$  の縮小像を基板 4 上のショット領域  $S_i$  に露光する。図4においては、基板 4 のパターン領域 25 内で既に露光された親パターンの縮小像は実線で示され、未露光の縮小像は点線で示されている。

【0052】このようにして、図2 の  $N$  個のマスターレチクル  $R_1 \sim R_N$  の親パターン  $P_1 \sim P_N$  の縮小像を、順次基板 4 上の対応するショット領域  $S_1 \sim S_N$  に露光することで、各親パターン  $P_1 \sim P_N$  の縮小像は、それぞれ隣接する親パターンの縮小像と画面縫ぎを行ながる露光されることになる。これによって、基板 4 上に図1 の親パターン 36 を  $1/\alpha$  倍で縮小した投影像 26 が露光される。その後、基板 4 上のフォトレジストを現像して、エッチング、及び残っているレジストパターンの剥離等を施すことによって、基板 4 上の投影像 26 は、図7 に示すような原版パターン 27 となって、ワーキングレチクル 34 が完成する。

【0053】ところで、1 枚の基板 4 の露光に際しては、マスターレチクル  $R_i$  の交換に関わらず、基板 4 は試料台 5 上に固定されており、その位置は、レーザ干渉計 8 により正確に計測されている。従って、1 枚の基板 4 の露光中に、基準マーク 13 A, 13 B と基板 4 との位置関係が変化することはないので、マスターレチクル  $R_i$  の交換時には、マスターレチクル  $R_i$  を基準マーク 13 A, 13 B に対して位置合わせすればよく、必ずしも 1 枚のマスターレチクル  $R_i$  每に、基板 4 上のアライメントマーク 24 A, 24 B の位置を検出する必要はない。この場合にも、各マスターレチクル  $R_i$  上の親パターン  $P_i$  は、それぞれと基準マーク 13 A, 13 B との位置合わせと、レーザ干渉計 8 によりモニタされたステージ制御系 10 による XYステージ 6 の位置制御により、相互に正確な位置関係を保って露光される。従つて、その各パターン間の縫ぎ精度も、高精度となることはいうまでもない。

【0054】なお、基板 4 上には必ずしも予めアライメントマーク 24 A, 24 B を設けておく必要はない。この場合に上記のようにマスターレチクル  $R_i$  の親パターンを基板 4 上につなぎ合わせて縮小転写する際には、各マスターレチクル  $R_i$  上の所定のマーク（例えばアライメントマーク 21 A, 21 B）も縮小転写し、隣接するマスターレチクルの親パターンの縮小像を転写する際にそのマークの潜像の位置を検出し、この検出結果よりその隣接するマスターレチクルの親パターンの縮小像の転写位置の補正を行うようにしてもよい。

【0055】また、図1 の原版パターン 27 に例えば密集パターンと孤立パターンとが形成されている場合、マスターレチクル  $R_1 \sim R_N$  中の 1 枚のマスターレチクル  $R_a$  には密集パターンのみが形成され、別の 1 枚のマスターレチクル  $R_b$  には孤立パターンのみが形成されることがある。このとき、密集パターンと孤立パターンとでは最良の照明条件や結像条件等の露光条件が異なるため、マスターレチクル  $R_i$  の露光毎に、その親パターン  $P_i$  に応じて、露光条件、即ち照明光学系 1 内の開口絞りの形状や大きさ、コヒーレンスファクタ ( $\alpha$  値)、及び投影光学系 3 の開口数等を最適化するようにしてもよい。また、その露光条件を最適化するために、投影光学系 3 の瞳面付近に所定の光学フィルタ（いわゆる瞳フィルタ）を挿脱したり、又は投影光学系 3 の像面と基板 4 の表面とを所定範囲内で相対的に振動させるいわゆる累進焦点法（フレックス法）を併用したりしてもよい。

【0056】例えば、親マスクパターンが密集パターン（周期パターン）であるときは変形照明法を採用し、光源形状を輪帶状、あるいは照明光学系の光軸からほぼ等距離だけ離れた複数の局所領域に規定する。また、親マスクパターンがコンタクトホールなどの孤立パターンのみを含むときには、そのパターンでマスク基板を露光している間にそのマスク基板を露光光学系の光軸に沿った

方向に移動する、いわゆる累進焦点法を採用するとよい。

【0057】また、マスターレチクルR iの一部を例えれば位相シフトマスクとして、照明光学系の $\alpha$ 値を例えれば0.1~0.4程度に設定して、上記の累進焦点法を採用してもよい。また、フォトマスクはクロムなどの遮光層のみからなるマスクに限られるものではなく、空間周波数変調型（渋谷-レベンソン型）、エッジ強調型、及びハーフトーン型などの位相シフトマスクであってもよい。特に空間周波数変調型やエッジ強調型では、マスク基板上の遮光パターンに重ね合わせて位相シフターをパターニングするため、例えばその位置シフター用の親マスクを別途用意しておくことになる。

【0058】次に、ワーキングレチクル3 4を使用する投影露光装置の投影像の結像特性が理想状態から外れている場合について説明する。ワーキングレチクル3 4を使用する図6に示す投影露光装置が、一括露光型であるとすると、その投影光学系4 2の結像特性には、或る程度の非回転対称収差、又はディストーション等が残存している場合も有り得る。このような場合には、図4の投影露光装置を用いてマスターレチクルR iの像を図4上のショット領域S iに露光する際に露光位置をずらすのみならず、対応する倍率誤差を相殺するように投影光学系3の倍率を補正しておくと共に、対応する部分的な歪ができるだけ相殺するように投影光学系3のディストーション特性も補正しておく。これによって、そのワーキングレチクル3 4を使用する投影露光装置のディストーションが相殺され、重ね合わせ精度が向上する。

【0059】次に、図7の投影露光装置が例えばステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型であるとすると、その投影像の結像特性には、理想像が平行四辺形状の投影像となるいわゆるスキー誤差が残存している場合がある。この場合には、ワーキングレチクル3 4を製造する投影露光装置もステップ・アンド・スキャン方式として、そのスキー誤差を相殺するような歪を与えればよい。

【0060】次に、上記のように製造された図1のワーキングレチクル3 4を用いて露光を行う場合の動作の一例につき説明する。図6は、そのワーキングレチクル3 4を装着した縮小投影型露光装置の要部を示し、この図6において、レチクルステージ4 9上に保持されたワーキングレチクル3 4の下面に、縮小倍率 $1/\beta$  ( $\beta$ は5、又は4等) の投影光学系4 2を介してウエハWが配置されている。ウエハWの表面にはフォトレジストが塗布され、その表面は投影光学系4 2の像面に合致するように保持されている。ウエハWは、不図示のウエハホルダを介して試料台4 3上に保持され、試料台4 3はXYステージ4 4上に固定されている。試料台4 3上の移動鏡4 5mX、4 5mY及び対応するレーザ干渉計によって計測される座標に基づいて、XYステージ4 4を駆動

することによって、ウエハWの位置決めが行われる。

【0061】また、試料台4 3上に基準マーク4 7A、4 7Bが形成された基準マーク部材4 6が固定され、ワーキングレチクル3 4のパターン領域2 5をX方向に挟むように形成されたアライメントマーク2 4A、2 4Bの上方に、レチクルのアライメント用のアライメントセンサ4 1A、4 1Bが配置されている。この場合にも、基準マーク4 7A、4 7B、アライメントマーク2 4A、2 4B、及びアライメントセンサ4 1A、4 1Bを用いて、試料台4 3に対してワーキングレチクル3 4のアライメントが行われる。その後、重ね合わせ露光を行う場合には、不図示のウエハ用のアライメントセンサを用いて、ウエハW上の各ショット領域4 8のアライメントが行われる。そして、ウエハW上の露光対象のショット領域4 8を順次露光位置に位置決めした後、ワーキングレチクル3 4のパターン領域2 5に対して、不図示の照明光学系よりエキシマレーザ光等の露光光IL 1を照射することで、パターン領域2 5内の原版パターン2 7を縮小倍率 $1/\beta$ で縮小した像2 7Wがショット領域4 8に露光される。このようにしてウエハW上の各ショット領域に原版パターン2 7の縮小像を露光した後、ウエハWの現像を行って、エッティング等のプロセスを実行することによって、ウエハW上の各ショット領域に半導体デバイスの或るレイヤの回路パターンが形成される。

【0062】なお、ワーキングレチクル3 4の露光用の投影露光装置としては、ステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の縮小投影型露光装置を使用してもよい。次に本発明の実施の形態の他の例について説明する。上記の実施の形態では、投影露光装置で基板4上に縮小像を投影する場合に本発明が適用されたが、本例では電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置を用いてフォトマスクの原版パターンを描画する際に本発明を適用する。これは、例えは図1において、親パターンP iの等倍像をマスターレチクルR iの基板上に描画する場合に使用されるものであるが、従来のようにフォトマスクの原版パターンを直接描画する場合にも使用される。

【0063】図9は本例の描画装置を示し、この図9において、例えは図1の親マスクとしてのマスターレチクルR iの基板5 5（又はワーキングレチクルの基板も可）は、上面が凸面の基板ホルダ5 1の上面に載置され、基板ホルダ5 1は試料台5 6上に固定され、試料台5 6上に基板5 5の対向する2辺近傍を下方に付勢する固定ピン5 2A、5 2Bが設けられ、基板5 5は上面のパターン形成面が上方に凸となるように保持されている。試料台5 6はXYステージ5 7によってベース5 8上で2次元方向に可動である。試料台5 6の位置は、移動鏡5 9m及びレーザ干渉計5 9によって計測され、この計測値が制御系6 0及びステージ駆動系6 1に供給されている。ステージ駆動系6 1は、その計測値、及び制

御系60からの位置情報に基づいてXYステージ57を駆動して基板55の位置決めを行う。

【0064】基板55の上方に例えばレーザビームLBの照射及び遮断を制御してパターンを描画する描画系、又は電子ビームEBの照射及び遮断を制御してパターンを描画する描画系の何れかの描画系62が配置されている。基板55上にはマスク材料が形成され、この上にレーザビームLB、又は電子ビームEBに応じて、フォトレジスト、又は電子線レジストが塗布されている。そして、基板55が描画系62に対して所定の位置に達したときに、制御系60は描画系62を介してその描画領域で設定されているパターンを描画する。

【0065】この際に、基板55のパターン面の変形量は、その基板55にパターンを形成してなるマスターレチクルR1を図2の投影露光装置にロードした場合の、そのマスターレチクルR1のパターン面の自重による下方への変形量と同じに設定してある。これによって、そのマスターレチクルR1を使用して縮小像を投影した場合に、その縮小像の位置誤差等が生じない。

【0066】なお、フォトマスクの基板の保持機構は、上記の実施の形態の形態に限られるものではなく、例えば図5(B)において、基板ホルダ51の基板4との接触面に突起群を設け、それらの突起群の長さの分布を調整することにより、上記の凸面形状とほぼ同様の形状を作り出してもよい。また、上記実施の形態では、フォトマスクの基板4の両短辺の近傍を上方より強制的に押さえつけるものとしたが、その代わりに、基板4の自重変形を利用して両端を下方に下げさせるものであってもよく、あるいは、両端を真空吸着により、下方に引き寄せるものであってもよい。

【0067】なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【0068】

【発明の効果】本発明のフォトマスクの製造方法によれば、フォトマスクの基板への露光時、又は描画時に生じる変形を、そのフォトマスクを使用する際の変形状態に合わせているため、そのフォトマスクを使用する際に自重変形等が生じる場合であっても、そのフォトマスクの投影像の位置精度を良好に維持できる利点がある。

【0069】特に、親マスクからの転写露光によってフォトマスクを描画する装置においては、自重変形によるパターン位置精度の低下を補正すること課題となっていたが、本発明により、パターン位置精度の低下を完全に解消することができる。また、転写用のパターンを拡大したパターンを複数枚の親マスクのパターンに分割し、そのフォトマスクの基板上に複数枚の親マスクのパターンの縮小像を画面縫ぎを行なながら順次転写する場合には、複数枚の親マスクのパターンはそれぞれ例えれば転写用のパターンを拡大したパターンの一部であるため、例

えば電子ビーム描画装置やレーザビーム描画装置等を用いてそれぞれ少ない描画データで、かつ短時間に小さいドリフト量で描画できる。また、親マスクの描画誤差は、その親マスクのパターンの縮小倍率比で小さくなるため、転写用のパターン(原版パターン)を高精度に形成できる。更に、それらの親マスクは一度製造すれば繰り返して使用できるため、そのフォトマスクを多数枚製造する場合にも、個々の原版パターンを高精度に、かつ短時間に形成できる利点がある。

【0070】また、本発明のフォトマスクの製造装置によれば、本発明のフォトマスクの製造方法を実施できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例のワーキングレチクル(フォトマスク)の製造工程の説明に供する図である。

【図2】その実施の形態の一例でそのワーキングレチクルを製造する際に使用される光学式の縮小投影型露光装置を示す構成図である。

【図3】図2の投影露光装置において、マスターレチクルのアライメントを行う場合を示す一部を切り欠いた要部の斜視図である。

【図4】図2の投影露光装置において、マスターレチクルの親パターンの縮小像を基板4上に投影する場合を示す要部の斜視図である。

【図5】(A)は図2の基板4の保持状態を示す拡大平面図、(B)は図2の基板4の保持状態を示す拡大図である。

【図6】その実施の形態で製造されるワーキングレチクルのパターンをウエハ上に投影する投影露光装置の要部を示す斜視図である。

【図7】図6の投影露光装置に載置されたワーキングレチクルの変形状態を示す拡大図である。

【図8】そのワーキングレチクルの変形によるパターンの位置ずれの説明に供する図である。

【図9】本発明の実施の形態の他の例で使用される描画装置を示す構成図である。

【符号の説明】

R1～RN マスターレチクル(親マスク)

P1～PN 分割された親パターン

3 投影光学系

4 ワーキングレチクル用の基板

S1～SN 基板4上のショット領域

5 試料台

6 XYステージ

9 主制御系

13A, 13B 基準マーク

14A, 14B レチクル用のアライメントセンサ

16 レチクルライブライ

18 スライド装置

19 レチクルローダ

21A, 21B マスターレチクルのアライメントマーク

24A, 24B 基板のアライメントマーク

27 原版パターン

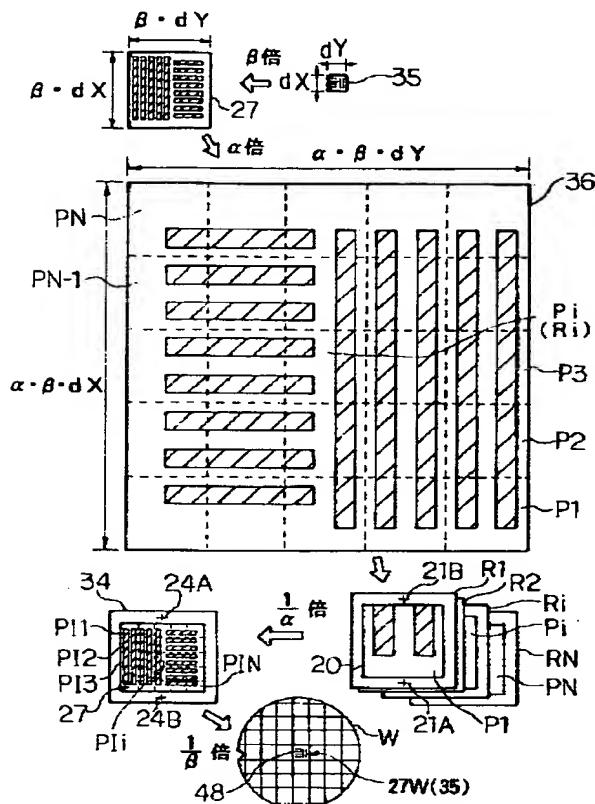
35 回路パターン

36 親パターン

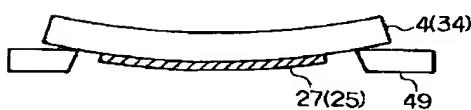
51 基板ホルダ

52A, 52B 固定ピン

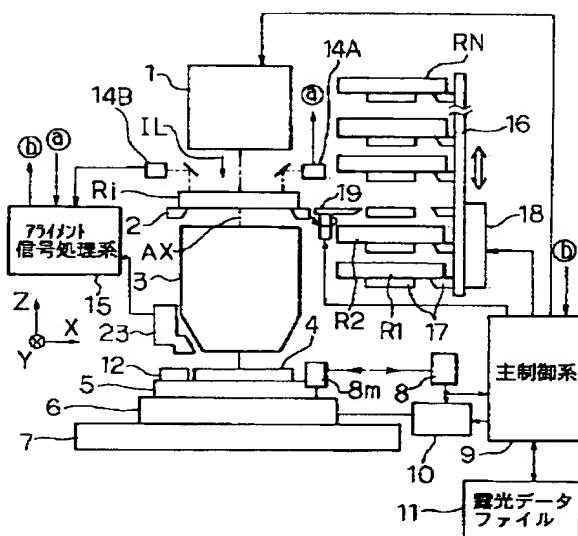
【図1】



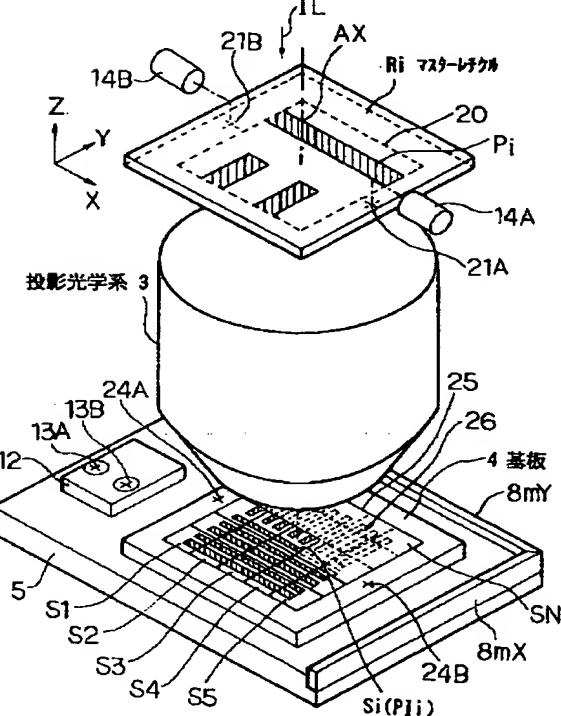
【図7】



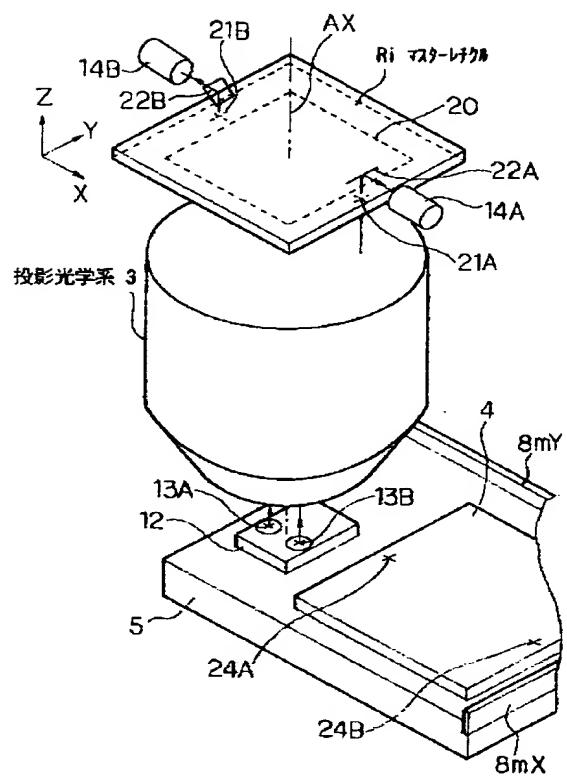
【図2】



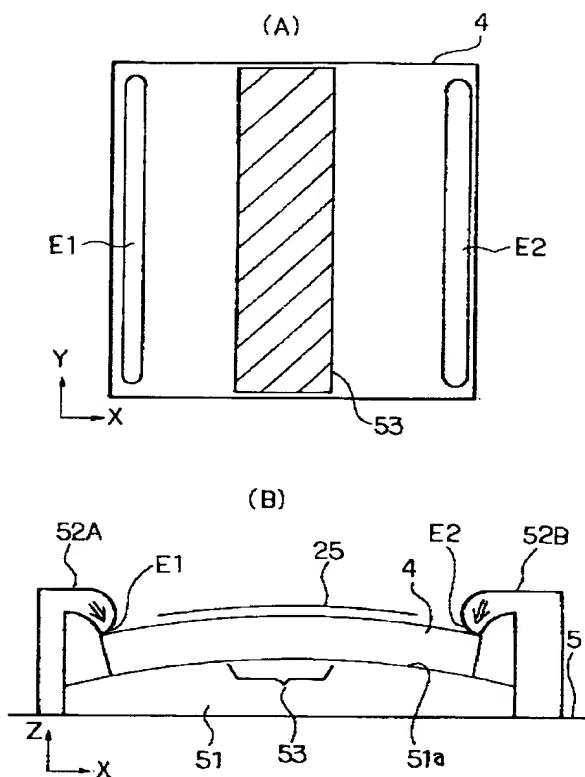
【図4】



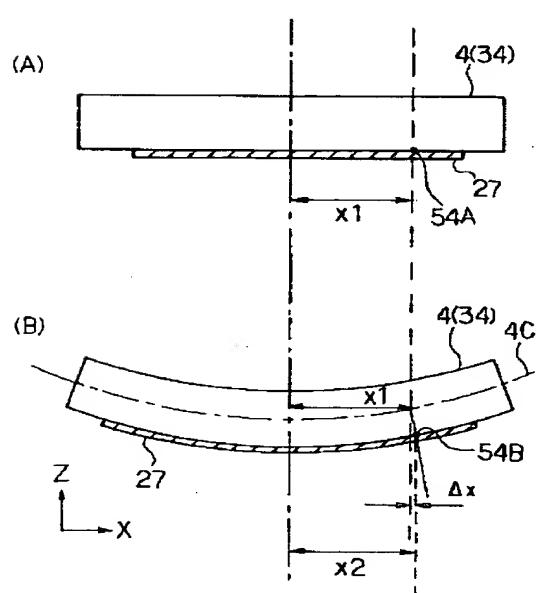
【図3】



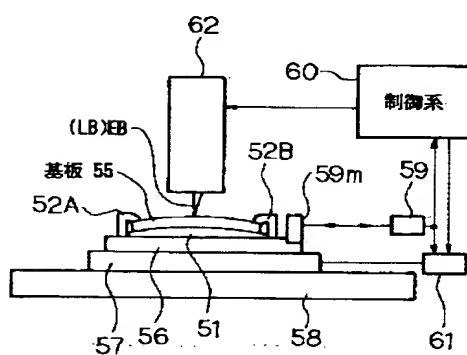
【図5】



【図8】



【図9】



[図6]

